ANEXO 3.6

Especificação do Material Rodante e Sistemas

ÍNDICE

1. OBJETIVO

Estas Diretrizes Técnicas têm por objetivo apresentar as características mínimas que serão observadas na implantação e no fornecimento de sistemas e material rodante, para o VLT de Goiânia.

2. DEFINIÇÕES

Acesso remoto aos sistemas: Função que possibilita o acesso remoto ao hardware e software de um determinado sistema com objetivo de: confirmar um diagnóstico ou alarme, verificar versão do software, reinicializar o equipamento, possibilitando a manutenção remota do sistema.

Análise automática de tendência de falha: Função que calcula a probabilidade de ocorrência de falha em um determinado sistema (manutenção preditiva), através de medições de parâmetros, número de operações, etc.

Estação inteligente: é uma concepção que maximiza o uso de recursos naturais, tais como iluminação, climatização e agua, reduz a necessidade de equipamentos e automatiza as atividades rotineiras, otimizando a utilização de recursos humanos e reduzindo os custos de manutenção.

Mobilidade do empregado operativo: é uma concepção que permite o operador monitorar e comandar sistemas ou equipamentos a partir de qualquer ponto da estação ou do veículo, através de um PDA.

Monitoração contínua centralizada: Função que possibilita o acompanhamento de todos os sistemas através de autodiagnóstico, alarmes e número de operações, que passam a ser disponibilizados de forma centralizada.

Jiga de teste: Ferramenta ou dispositivo desenvolvido para avaliar o funcionamento do equipamento fora do ambiente em que é instalado, para facilitar o diagnóstico para manutenção.

Operação Assistida: Período durante o qual o fornecedor de Material Rodante e Sistemas supervisiona, orienta e monitora a operação e manutenção de todo o sistema, com uma equipe técnica qualificada.

Lugares sentados: lugares sentados fixos e lugares sentados dobráveis (rebatíveis ou escamoteáveis, do tipo assento dobrável).

Índice de conforto: taxa que expressa em porcentagem, os lugares sentados na CCN de um veículo.

Áreas de acomodação em pé: partes da plataforma do material rodante localizadas perpendicularmente às portas, nos espaços de circulação entre as caixas e os corredores entre filas de assentos.

3. REQUISITOS TÉCNICOS

As obras de instalação e montagem, bem como a operação e a manutenção devem obedecer às normas e leis vigentes. Os ruídos para ambientes externos devem estar em conformidade com o zoneamento, com a Lei Municipal pertinente e obedecer às normas NBR 10151 e NBR 10152.

Todos os sistemas e material rodante deverão ser fornecidos completos, com todos os equipamentos, acessórios, peças sobressalentes, manuais, ferramentas, jigas de testes, sistemas operacionais, “drivers” de instalação, “softwares”, licenças de utilização, aparelhos e ferramentas especiais para manutenção, materiais especificados no presente documento, bem como os que não estão expressamente especificados, mas necessários ao seu perfeito funcionamento.

Todos os sistemas e o material rodante, quando não abordados por requisitos específicos, devem atender ao que segue.

4. QUALIDADE

Todos os materiais, equipamentos, bem como ensaios devem obedecer à normatização da NBR existente ou normas internacionais equivalentes de instituições normatizadoras reconhecidas. Também devem ser observadas as Normas CELG e ANATEL.

A garantia da qualidade na fabricação deve assegurar que os materiais, equipamentos e sistemas atendam às especificações e projetos, bem como aos requisitos de confiabilidade específicos.

5. INTERFERÊNCIAS ELETROMAGNÉTICAS

Os equipamentos devem ser projetados e fabricados de acordo com a norma CENELECEN50121 – Railway applications – electromagneticcompatibility, ou por outra norma equivalente, de forma a não proporcionar interferências eletromagnéticas a outros equipamentos, bem como não devem ter seu funcionamento afetado por sinais interferentes de equipamentos do próprio sistema ou de outros sistemas. Em ambos os casos, devem ser consideradas também as comunicações aeroportuárias.

6. PROTOCOLOS DE COMUNICAÇÃO

Os protocolos de comunicação utilizados devem ser abertos (não proprietários), de forma a permitir uma total interoperabilidade entre equipamentos e sistemas.

7. REQUISITOS GERAIS DE RAMS

Devem ser estabelecidos os requisitos de RAMS – Confiabilidade, Disponibilidade, Manutenabilidade e Segurança, a serem cumpridos pelos Sistemas, de acordo com o previsto na norma CENELEC EN50126 – “Railway applications – The specificationanddemonstrationofreliability, availability, maintainabilityandsafety (RAMS)”, ou equivalente.

Tais requisitos devem ser estabelecidos pela CONCESSIONÁRIA através de um plano RAMS de cada Sistema, que deverá ser submetido à aprovação do PODER CONCEDENTE, durante a elaboração do projeto básico.

8. CAPACITAÇÃO

As equipes de Operação e Manutenção da Concessionária deverão ser capacitadas através de programas de treinamento e de reciclagem para manter e operar o material rodante e os sistemas fixos (energia, rede aérea, sistemas eletrônicos e CCO) com toda a segurança e eficiência. Para isso, os fornecedores da Concessionária ministrarão aulas teóricas e práticas àquelas equipes, bem como fornecerão a todos os participantes toda a documentação e recursos pedagógicos necessários.

9. DIAGNÓSTICOS DE FALHA E ALARMES

Os sistemas elétricos, eletrônicos, vias e pátios devem enviar, através de rede, dados para os diagnósticos de falhas e alarmes para o Sistema de Apoio a Manutenção – SAM.

10. FERRAMENTAS ESPECIAIS E JIGAS DE TESTES

Devem ser fornecidas todas as ferramentas, dispositivos, instrumentos e acessórios especiais necessários ou que auxiliem no reparo dos equipamentos e sistemas.

11. EQUIPAMENTOS

O Pátio de Manutenção deve contar com todos os equipamentos necessários para a execução das manutenções preventivas e corretivas do material rodante e sistemas, a exemplo de:

- Máquina de lavar veículos;
- Torno de rodeiros de fosso;
- Macacos de elevação;
- Empilhadeira;

- Aquecedor;
- Furadeiras;
- Freza;
- Máquina de corte;
- Prensa;
- Roqueadeira;
- Equipamentosde solda;
- Esmerilhadeiras;
- Jigas de teste;
- Central e rede de ar comprimido;
- Estufa;
- Cabine de pintura;
- Banco de carga e descarga;
- Desmineralizador;
- Plataformas móveis;
- Mesas hidráulicas;
- Estação de areia;
- Equipamentos, ferramentas e instrumentos diversos.

Obs: A máquina de lavar veículos deverá reaproveitar parte de seu volume de água através de uma Estação de Tratamento e Reciclagem, que será em seguida reutilizado para a pré-*lavagem*, lavagem, lavagem manual do teto e lavagem da frente e traseira do veículo. Para o enxague final, deverá ser previsto o emprego de água nova do pátio, fazendo assim a reposição e equilíbrio hidráulico do sistema.

12. VEÍCULOS AUXILIARES

É parte integrante do escopo o fornecimento de veículos de manutenção que possibilitem em termos de características e quantidades a plena execução das diversas atividades de manutenção, tanto corretiva quanto preventiva, requeridas para a

conservação dos equipamentos e sistemas, assim como para o alcance dos índices de disponibilidade previstos.

A proposta deve abranger tanto veículos rodoviários como rodoferroviários, a exemplo de:

- Caminhão rodoferroviário de via permanente; Utilitários equipados para manutenção corretiva;
- Caminhão rodoferroviário, para manutenção da rede aérea e socorro;
- Veículo rodoferroviário para limpeza, varrição e aspiração da via;
- Veículo rodoviário adaptado com tanque para irrigação de gramado.

13. SISTEMAS FIXOS

13.1. Sistema de Energia

O Sistema de Energia será responsável pela alimentação elétrica de toda a linha, compreendendo subestação para captação de energia da concessionária local e sua distribuição através dos demais locais técnicos de energia, como:

- Subestações destinadas à alimentação dos serviços auxiliares de estações, terminais de integração, Centro de Manutenção; Centro de Controle Centralizado e Prédio Administrativo;
- Subestações destinadas à eletrificação das vias, seja na linha operacional, seja no Centro de Manutenção eletrificado.

O sistema de controle e supervisão será digitalizado, integrando as funções da rede de média tensão, subestação retificadora e subestação auxiliar, conforme o caso.

13.2. Subestação Primária

A subestação primária deverá ser alimentada por duas linhas de 138 kV, independentes e de fontes geradoras distintas, supridas pela concessionária local de energia (CELG).

Deverá ser previsto um intertravamento entre os dois disjuntores de entrada, de forma a impedir a operação em paralelo das LT ‘s (linhas de transmissão) acima mencionadas. Deverá ser prevista ainda a transferência automática entre as linhas de entrada.

A subestação deverá contar com dois transformadores de potência 138 kV / 22 kV, com capacidade para atender com ventilação normal a demanda no pico do sistema de transporte, em condições normais, e com ventilação forçada na condição de falha em um dos transformadores de potência.

O desenho da subestação deverá permitir a continuidade da operação normal mesmo em condições de defeito em uma das fontes de alimentação (linhas 138 kV) da concessionária de energia local.

A subestação primária será dimensionada de modo a assegurar a potência necessária à alimentação de tração, dos circuitos auxiliares das estações, túneis, centro de manutenção, centro de controle operacional e administração, ao longo de todo o período de concessão.

Os equipamentos da subestação primária deverão permitir a operação das seguintes formas:

- Manualmente;
- Automaticamente;
- Por telecontrole.

As instalações deverão ser do tipo convencional, considerada a disponibilidade de espaço nas áreas escolhidas. O sistema de proteção utilizará tecnologia digital.

13.2.1. Disjuntores - 138KV

Todos os disjuntores de 138 kV deverão ser projetados e construídos para instalação ao tempo. Cada pólo deverá ser idêntico e capaz de permitir a intercambiabilidade, com modificações somente no circuito de controle.

O mecanismo deverá ser elétrico e mecanicamente livre (tripfree) e provido com dispositivo antibombeamento (anti-pumping). Deverá ser projetado para controle a distância.

13.2.2. Transformadores de Potência

Os transformadores deverão ser trifásicos, com o enrolamento primário ligado em delta, na tensão nominal de 138kV e o enrolamento secundário ligado em estrela, na tensão nominal de 22kV, com o neutro acessível.

A mudança de derivações do enrolamento primário será efetuada por um comutador automático de derivações em carga para manter

a tensão secundária estabilizada, mediante sua monitoração, para variações de tensão primária correspondente às derivações primárias, dentro dos limites impostos pela regulação do transformador.

A tensão suportável a impulso atmosférico especificada para o enrolamento primário, é aquela correspondente a uma tensão máxima do sistema, de 145kV. O transformador deverá ser projetado e construído para suportar os valores de ensaio especificados para essa classe de tensão.

A ligação do enrolamento primário, para execução dos ensaios dielétricos, será aquela que represente as solicitações mais severas da isolação.

O transformador deverá ter uma impedância de curto-circuito, entre primário e secundário, compatível com as necessidades.

Os transformadores de corrente instalados nas buchas de tensão primária e/ou secundária serão destinados à alimentação de:

- Dispositivos para indicação da temperatura de enrolamento e operação dos moto-ventiladores;
- Dispositivo para compensação de queda de tensão na linha secundária.

O óleo isolante deverá ser do tipo naftênico.

O transformador atenderá aos limites de elevação de temperatura e valores de sobrecargas permissíveis, correspondentes a material isolante classe E, obedecendo, portanto, o que estabelecem as Normas ABNT NBR 5356 e NBR 5380. O limite de elevação de temperatura média do enrolamento será de 65°C, e do ponto mais quente do enrolamento de 80°C.

Os enrolamentos serão dimensionados, sob o aspecto de curto-circuito, conforme a Norma ABNT NBR 5356, para todas as posições do comutador de derivações.

13.2.3. Malha de Terra

Deverão ser efetuadas as medições de resistividade do solo. No cálculo da malha poderão ser considerados os cabos guarda das linhas de transmissão da CELG.

Na execução da malha de terra deverão ser utilizados cabos de cobre nu de seção adequada para o escoamento das correntes de curto-circuito. De modo a reduzir a resistência ôhmica da malha poderão ser utilizadas hastes do tipo Copperweld.

Para a conexão dos cabos da malha e aterramento de suportes, trilhos, etc., deverá ser utilizada solda exotérmica, a exceção da conexão com os equipamentos e hastes dos poços de medição.

Após a execução da malha de terra deverão ser efetuadas as medições necessárias para a comprovação dos valores calculados. Estas medições serão realizadas com a presença do Contratante, sendo prevista a sua execução com a malha interligada, bem como desconectada do cabo guarda da linha de alimentação de 138kV da CELG. Se os resultados apresentados nas medições forem satisfatórios, a malha será aprovada pelo Contratante. Em caso contrário, deverão ser feitas correções na malha (não sendo admitidos recursos de tratamento químico do solo) e novas medições até que se atinjam os resultados esperados, quando então a malha será dada como aceita pela contratante.

Normas Aplicáveis:

A malha de terra deverá ser calculada conforme norma IEEE-80 ou IEC para corrente de curto circuito a ser fornecida pela CELG e tempo de atuação da proteção de 1 segundo.

O sistema de aterramento deverá:

- Proporcionar uma baixa resistência de aterramento;
- Manter valores da tensão de passo e da tensão de toque dentro do nível de segurança para o pessoal, no caso das partes metálicas da carcaça ou estrutura serem acidentalmente energizadas;
- Proporcionar um caminho de escoamento para a terra das descargas atmosféricas ou sobretensões devidas a manobras de equipamentos;
- Permitir aos equipamentos de proteção isolar rapidamente as falhas à terra;
- Proporcionar o escoamento para a terra da eletricidade estática gerada por equipamentos ou por indução, evitando faiscamento.

13.2.4. Cubículos de Média Tensão

Todos os equipamentos deverão ser do mesmo tipo, como também as partes correspondentes, deverão ser intercambiáveis.

No fornecimento deverão estar incluídos, também, todos os dispositivos, equipamentos e conjuntos, e inclusive os terminais de

entrada e saída dos cabos de 22kV e os bornes terminais para ligação com circuitos externos. Todas as conexões e interligações internas e externas de baixa tensão e controle deverão ser feitas através de terminais adequados.

O disjuntor deverá ser operado por mecanismo à mola (manobra à energia acumulada), sendo previsto o carregamento da mola automaticamente por meio de motor, e, manualmente, mediante alavanca ou manivela, sendo prevista indicação de armazenamento de energia no mecanismo. Para o comando através de alavanca ou manivela deverá ser previsto um dispositivo que exclua o comando elétrico.

Os disjuntores deverão interromper qualquer corrente de defeito de até 100% da capacidade de ruptura nominal (com qualquer fator de potência) bem como as correntes magnetizantes dos transformadores e as potências de energização dos cabos de 22kV, sem que se verifiquem sobretensões de manobra perigosas, reignição, arcos externos e danos.

Deverá haver ainda um dispositivo de mínima tensão que abrirá o disjuntor quando houver falta de tensão no seu circuito de comando em corrente contínua.

A operação do disjuntor, uma vez iniciada, deverá ser completada sob quaisquer circunstâncias, bem como possuir características de disparo elétrico e mecânico livres e de anti-bombeamento.

O comando das manobras deverá ser remoto, devendo, entretanto, ser incluído no próprio cubículo de 22kV, um dispositivo para comando local. O comando remoto e o comando local deverão ser mutuamente exclusivos, através de uma chave seletora "LOCAL-REMOTO" instalada em cada cubículo, com contatos para sinalização de cada posição desta chave. Cada disjuntor deverá ser equipado com um contador de número de manobras.

As partes mecânicas do dispositivo de comando deverão operar seguramente, sem afrouxamento ou variação de regulagem por atrito, jogo ou corrosão.

13.2.5. Harmônicos

Deverão ser adotadas todas as providências cabíveis no sentido de que o nível de harmônicos gerados pelo sistema a ser implantado, não ultrapasse o especificado pela CELG (Companhia Energética de Goiás) e normas pertinentes, a exemplo da IEEE 519. Caso necessário, serão instalados filtros e demais acessórios.

13.3. Rede de Média Tensão

A Subestação Primária suprirá as subestações de tração e auxiliares através de duas linhas de 22 kV. As linhas juntas terão sua topologia em anel aberto.

O sistema de proteção utilizará tecnologia digital.

Os transformadores 138 kV /22 kV terão primário em triângulo e secundário em estrela com neutro acessível, e alimentarão o barramento de distribuição de 22 kV. Do barramento 22 kV, protegido por disjuntores, serão derivados os circuitos em cabos isolados, com topologia em anel aberto, que deverão alimentar as subestações retificadoras e auxiliares a serem instaladas ao longo do trecho ferroviário.

A rede de distribuição do sistema será constituída por dois alimentadores trifásicos, em cabos isolados, instalados às margens da via, sendo cada um de um lado da via.

O sistema de alimentação em 22 kV deverá permitir a operação das seguintes formas:

- Manualmente;
- Automaticamente;
- Por telecontrole.

13.4. Subestação de Tração

As subestações serão alimentadas em 22 kV, 3Ø e projetadas para trabalharem em temperatura ambiente de + 40ºC. A conversão de tensão de corrente alternada trifásica para corrente contínua será realizada por meio de retificador de ponte de diodo de Graetz, 12 pulsos ou por IGBT, que permita controlar a tensão de saída e a regeneração de energia.

O número mínimo de subestações de tração deverá ser de 6 (seis) subestações, incluindo a subestação do Pátio de Manutenção. A potência nominal, a localização e a quantidade de subestações deverão ser comprovadas na fase de projeto através de simulação elétrica, considerando headway de 160 segundos e veículos com 6pass/m². O Pátio de Manutenção contará com uma subestação dedicada.

A tensão de saída será em 750 V DC.

As subestações de tração deverão ser dimensionadas para atender aos ciclos de carga previstos. O regime de tração será do tipo "Heavy Traction" classe VI, de acordo com as recomendações da IEC-146.

Será garantido o mesmo nível de operação, em horário de pico do sistema de transporte, sem restrições, mesmo com a queda uma das subestações de tração.

Os alimentadores da rede aérea de tração deverão ser conectados ao barramento geral de750 Vcc através de um disjuntor extra-rápido extraível.

Os equipamentos das subestações de tração deverão permitir a operação das seguintes formas:

- Manualmente;
- Automaticamente;
- Por telecontrole.

Para cada alimentador de DC deverá haver um pára-raios.

As subestações de tração serão dimensionadas e instaladas de maneira a garantir a alimentação de 100% da carga máxima demandada com headway de 160 s e veículos com 6pass/m², no horário de pico, sem restrições operacionais, mesmo com a indisponibilidade de uma subestação de tração adjacente.

A distribuição das subestações ao longo da linha deve satisfazer às condições impostas pelo material rodante (tensão mínima e carga demandada).

13.4.1. Disjuntores Extra-rápidos

Os disjuntores extra-rápidos deverão ser extraíveis, projetados e construídos para instalação sobre carrinho móvel, alojados em armários metálicos. Estes disjuntores deverão ter abertura em ar, com câmara de extinção de arco. O fechamento deverá ser feito por bobina. Deverá possuir blocos de contatos auxiliares para controle e sinalização.

Todos os disjuntores deverão poder ser operados por relé de desligamento.

As chaves seccionadoras de via (SV) só poderão ser manobradas quando os disjuntores extra-rápidos estiverem na posição aberta.

O sistema de proteção deverá atuar somente quando da ocorrência de curto-circuito, e deverá ter a capacidade para diferenciar os casos de partida de veículos, ainda que simultâneos.

Os disjuntores extra-rápidos deverão ser providos de proteção de sobrecorrente que atuará num tempo bastante reduzido, caso a corrente ultrapasse o valor ajustado para atuação.

O funcionamento dos dispositivos de desligamento provocará a abertura do disjuntor correspondente, a colocação em marcha de seu dispositivo integrador e acarretará a abertura de todos os disjuntores que alimentam a seção e a do disjuntor de alimentação e de seccionamento da seção adjacente.

Deverá ser previsto dispositivo de religamento automático (teste de linha).

Se a tentativa for infrutífera (caso de um curto-circuito persistente), a seção de tração ficará isolada por um bloqueio, mantendo abertos os disjuntores da seção.

.

13.4.2. Transformador de Tração

Os transformadores de tração serão do tipo seco, regime de sobrecargas conforme norma IEC 60146 cat. VI.

As bobinas deverão ser encapsuladas em resina epóxi, com injeção a vácuo, para uso interior, refrigerados a ar com circulação natural (“AN”) e possuírem sensores de temperatura.

Deverá ter estrutura autoportante para permitir, se necessário, futura instalação de ventiladores para forçar a entrada do ar de resfriamento e os sensores respectivos para a atuação dos mesmos, em função da temperatura das bobinas. As barras e os condutores deverão estar dimensionados para poder conduzir as correntes de sobrecarga permitidas pelo futuro resfriamento por ventilação forçada.

Os transformadores retificadores possuirão três enrolamentos, ligação Delta/Delta-Y, defasados de 30 graus.

A queda de tensão será de acordo com a norma IEC 76-1(1993) e com as características de sobrecarga da norma IEC 146 cat. VI.

A perda em vazio, ou seja, a potência ativa absorvida à frequência nominal com a tensão nominal aplicada em um dos enrolamentos, com o outro em circuito aberto deverá respeitar as tolerâncias da norma IEC 76-1.

A perda em carga, ou seja, a potência ativa, ensaiada na frequência nominal e com temperatura de referência de (95º K + 20º K), deverá respeitar as tolerâncias da norma IEC 76-1;

Considerando a temperatura ambiente máxima igual a + 40º C, os limites de aumento de temperatura do isolante serão os definidos na norma IEC 726.

13.5. Subestações Auxiliares

As subestações auxiliares compartilharão o mesmo espaço das subestações de tração e serão alimentadas também em 22 kV. A tensão de saída será 3Ø, 380 V. Suprirão as cargas das estações, terminais, túnel, Pátio de Manutenção de Novo Mundo, edifício operacional administrativo e CCO.

Deverão ser dotadas de grupo gerador diesel com capacidade suficiente para atender as cargas essenciais das estações, terminais e do Centro de Manutenção de Novo Mundo, a exemplo de: 40% da iluminação, 50% das escadas rolantes, elevadores, alimentação de todos os sistemas de telecomunicações, portas de plataforma, do sistema de sinalização, CCO e climatização das salas técnicas.

Os cabos de conexão entre as subestações auxiliares e as estações, terminais e as edificações do Centro de Manutenção deverão ser lançados em dutovias a serem implantadas, e deverão ter bitola compatível com a carga e queda de tensão. Os cabos elétricos a serem utilizados deverão obedecer às normas da ABNT e deverão estar de acordo com a série métrica e obedecera características especiais de não propagação de chamas, baixa emissão de fumaça, baixo teor de halogênio (LSZH)e de auto extinção de fogo.

14. SISTEMA DE REDE AÉREA

14.1. Generalidades

A rede aérea de tração em via principal será autocompensada e terá as seguintes características:

- Alimentação elétrica em 750 V.C.C., acompanhando a solução adotada para o material rodante;
- Será alimentada diretamente das subestações de tração através de dispositivos de seccionamento;
- Protegida contra sobrecargas e curto circuitos através de disjuntores extrarápidos DC, integrantes das subestações de tração.

No pátio, a rede aérea não será compensada, excetuando-se o trecho da linha de testes.

Serão admitidas as soluções de rede aérea não compensada ou rede aérea rígida no trecho em túnel.

A rede aérea será subdividida em trechos, onde cada um deles será alimentado por uma ou mais subestações de tração, garantindo-se a seletividade das proteções, e o isolamento do trecho defeituoso em caso de falha.

Ao longo do seu traçado, onde for prevista a interrupção da continuidade da linha de contato, serão instaladas seccionadoras motorizadas e telecomandadas, para permitir operações de manobra.

O(s)fio(s) de contato ranhurado(s)será(ão) em cobre, em bitola compatível com as necessidades.

A altura do fio de contato em relação ao plano de rolamento será, sempre que possível, constante, ao longo da linha, a fim de assegurar o melhor contato pantógrafo/fio de contato.

A altura dos fios de contato, em zona urbana em geral será da ordem de 6 metros. Nos cruzamentos com a via pública, será da ordem de 6,25 metros.

A altura do fio de contato variará entre 3.750 mm a 6.500 mm, em relação ao topo do boleto do trilho.

A inclinação do fio de contato (em relação à via) e a variação da inclinação (diferença de declive ao nível das suspensões) respeitará, em função da velocidade do material rodante, a norma NF EN 50119 ou equivalente.

O tensionamento mecânico da rede será efetuado por meio de equipamentos tensores, quando compensada.

Tais equipamentos, que poderão ser compostos de uma cadernal acoplada a um conjunto de contrapesos, com limitação de curso, proporcionarão a total regularização da tração mecânica mesmo com variações de temperatura decorrentes da operação ao longo dos dias. Um dispositivo de segurança automático será fixado no conjunto de sustentação da cadernal, para evitar descida do contrapeso em caso de ruptura de algum cabo da rede aérea ou de enroscamento do pantógrafo.

A seção de cobre será dimensionada de acordo com os resultados da simulação elétrica e as exigências do material rodante. Será admitido o uso de feeder em cabo isolado lançado ao longo de dutovias à margem da via férrea e conectado à rede aérea em espaçamentos adequados.

14.2. Retorno de Tração, Aterramento e Potencial de Trilho

O retorno da corrente de tração às subestações de tração será efetuado através dos trilhos de rolamento das vias. Nos pontos de alimentação, os cabos do negativo do circuito de tração, provenientes das subestações de tração, serão ligados aos trilhos de rolamento.

Os quatro trilhos de rolamento das vias 1 e 2 serão transversalmente interligados para garantir a distribuição uniforme da corrente de retorno.

A rede aérea deverá permitir na via principal uma velocidade máximade 70 km/h e no pátio de 15 km/h.

O fornecedor adotará todas as medidas relativas à proteção elétrica, potencial de toque e ligação à terra de forma a maximizar as condições de segurança das pessoas e a proteção das instalações e estruturas em geral, ao longo de todo o traçado, incluindo via principal, estações, centro de manutenção, pátios de estacionamento, subestações, etc.

Também adotará ações que minimizem as correntes de fuga no sistema de tração DC.

A solução deverá obedecer à norma EN 50122-1.

14.3. Postes e Suspensões

Os postes e pórticos serão metálicos, galvanizados a fogo, fixados em base por meio de parafusos.

14.3.1. Via Principal

As suspensões serão metálicas, articuladas, compostas por braços tubulares, ambos orientáveis no plano horizontal e isolados em proximidade da articulação.

Poderão ser utilizados cantilevers com tubos a base de GRP.

Onde os cantilevers de aço forem usados, os isoladores utilizados serão escolhidos de acordo com IEC913, EN50.124 e EN50119. Isoladores serão poliméricos.

O desalinhamento do(s) fio(s) de contato (zigzag), será obtido mediante a utilização depuxador(es) e será de no mínimo de ± 250 mm.

A distância entre postes de catenária (vão) dependerá do traçado da via, raios das curvas e da existência de pontos singulares – AMV, obstáculo físico, entre outros.

No projeto básico serão definidos todos os vãos e a localização exata de cada poste. Em alinhamento reto o vão entre postes será da ordem 30m.

14.3.2. Pátio

Quando a suspensão atravessar mais de duas vias, para poder proporcionar um plano de contato único, poderão ser utilizados pórticos flexíveis. Este tipo de instalação se compõe de uma transversal de suspensão e de uma transversal horizontal plana.

Estas transversais são montadas por suspensórios que permitem as suspensões suportar o peso das linhas. Quando se adotarem pórticos metálicos, esses deverão ser galvanizados a fogo.

14.4. Seccionamentos Mecânicos e Elétricos

A rede aérea será dividida em trechos sucessivos, isolados através de isoladores de seção ou com seccionamento a ar. Quando o seccionamento for a ar, nos pontos de ancoragem haverá superposição das secções, para permitir o deslizamento contínuo do pantógrafo entre os dois trechos contíguos.

Havendo conexão elétrica por meio de chaves seccionadoras entre dois trechos contíguos, o seccionamento será eletro-mecânico; não havendo conexão elétrica, o seccionamento será mecânico e haverá paralelismo das redes somente para passagem do pantógrafo no trecho de superposição.

14.5. Proteção Contra Descargas Atmosféricas

As descargas entre elementos ativos e terra são garantidas por unidades de pára-raios do tipo centelhador em lâmina de ar, comumente conhecidos como pára-raios de chifre, devido à sua configuração física.

15. SISTEMAS ELETRÔNICOS

Todas as estações deverão ser dotadas de comunicação por radiofonia e telefonia de forma a possibilitar a comunicação entre o CCO, estações, subestações, terminais de integração, pátio e veículos, de maneira a garantir a comunicação do pessoal operacional, equipes de manutenção e os usuários do Sistema VLT, tanto em situação de operação regular, como em situações de contingência ou emergência;

Serão executadas todas as ações para a implantação, manutenção e operação de todos os Sistemas Eletrônicos necessários à operação do modal, a exemplo de: Sinalização, Sistema de Controle e Aquisição de Dados– SCADA (Telecomando/Telecontrole), Telefonia, Rádio, Gravação de Áudio, Cronometria, CFTV, Transmissão de Dados, Avisos ao Usuário (PA) e Informações ao Usuário (PI), em

conformidade com normas pertinentes ABNT, IEEE, EIA/TIA, DIN, BS, IEC, EN, CENELEC, ELETROBRAS e ANATEL, observando também as Leis vigentes.

O nível de segurança dos programas (software) e dos equipamentos (hardware) relacionados com as funções vitais à segurança será no mínimo o SIL 3 (SafetyIntegrityLevel 3) de acordo com a Norma 61.508 da IEC, em sua última versão.

15.1. Sistema de Bilhetagem Eletrônica

Para o Controle de Acesso de Passageiros será utilizado o Sistema de Bilhetagem Eletrônica da municipalidade de Goiânia. Entretanto, a Rede de Comunicação (Sistema de Transmissão) será dimensionada para permitir o transporte dos dados de bilhetagem e a comunicação das linhas de bloqueio e bilheterias com os servidores do CCO, a fim de permitir o conhecimento do fluxo de entrada e saída de usuários do sistema.

Para o controle de acesso dos usuários às estações do VLT deverão ser fornecidos os equipamentos das linhas de bloqueio (Catracas e Portas de Acesso a Portadores de Mobilidade Reduzida – PMR) devidamente adequados à instalação dos validadores do sistema de transporte público metropolitano de Goiânia.

A quantidade de bloqueios a instalar em cada uma das estações do VLT será definida em conformidade com a demanda de usuários estimada, sendo de no mínimo duas unidades mais uma PMR por extremidade.

A quantidade de bloqueios a instalar em cada um dos terminais de integração do VLT será definida em conformidade com a demanda de usuários estimada, sendo de no mínimo:

Padre Pelágio	Dergo	Praça A	Praça da Bíblia	Novo Mundo
26	11	20	16	15

Os equipamentos a serem fornecidos deverão seguir especificações de mercado, de maneira a possibilitar atualizações tecnológicas e permitir a futura integração com outros sistemas de transporte de passageiros.

Principais características do equipamento de bloqueio:

- Gabinete monobloco totalmente em aço inox AISI 304, resistente a choques, vibrações, elementos ácidos e alcalinos;

- Braços (3) em tubos de aço inox com reforço interno em aço, rosqueados no cabeçote, fixados com parafusos sem cabeça de difícil acesso;
- Todos os cantos arredondados e tampa com suas extremidades frontais chanfradas a 45°;
- Retirada completa do mecanismo pela parte superior do bloqueio para facilitar a manutenção;
- Sistema de amortecimento de giro;
- Número de 25 passagens/minuto, fluxo de 4.000 usuários/dia (limitado ao sistema de controle);
- Mecanismo provido de sistema de destravamento no caso de falta de alimentação elétrica, para atender normas de segurança;
- Mecanismo com tratamento anti-corrosão (não nocivo ao meio ambiente);
- Sistema de travamento com dois solenoides, de forma a permitir o controle do fluxo de usuários de forma independente (entrada e saída) - bidirecional;
- Índice de proteção (IP) 53;
- Capacidade para suportar o bloqueio de uma pessoa de 150 Kg a 5Km/h;
- Módulo de controle compatível com o sistema de validação de cartões do Sistema de Transporte Público da RM de Goiânia e responsável pelo gerenciamento autônomo de todas as funções da catraca;
- Possuir contador digital de giros com recursos para leitura em display local e leitura remota, via rede lógica;
- Envio das informações de passagem aos sistemas de validação;
- Firmware totalmente configurável;
- Porta serial para comunicação direta a computadores, podendo atender a diversas necessidades específicas do sistema de validação de bilhetes ou cartões;
- Contadores LCD (entrada/saída) com bateria para 10 anos;
- Chave comutadora para alterar o estado do bloqueio de forma local ou remota (entrada controlada / saída bloqueada, entrada controlada / saída livre, bidirecional, livre, fora de serviço e sem tensão);

- Sensor de presença para evitar fraudes do tipo “Caronas”;
- Cofre de segurança para armazenamento de cartões;
- Base de aço para fixação do equipamento no piso.

Os equipamentos deverão ser fornecidos completos, instalados e testados, com manuais de montagem, operação e manutenção. Os manuais deverão conter:

- Relação das ferramentas e instrumentos necessários à montagem e manutenção dos equipamentos;
- Diagramas elétricos dos módulos;
- Diagramas de ligações.

15.2. Sistema de Transmissão Óptico – STO

Deve ser constituído por uma rede de transporte de dados multimídia baseada em anel de cabo óptico monomodo do tipo totalmente dielétrico, redundante, baseado em tecnologia Gigabit Ethernet, que atenderá a todos os edifícios do VLT (estações de passageiros, terminais de integração, pátios e CCO) e equipamentos de via, para transporte e comunicação de dados, de todos os sistemas eletrônicos (dados, voz e vídeo), com ativos de rede redundantes e UPS, de forma a garantir a maior confiabilidade possível (99,9999%) ao sistema.

O Sistema de Transmissão será dimensionado de forma a garantir uma disponibilidade de banda reserva de 50%, com interfaces 10/100/1000 Base T, e com VLANs configuráveis para atendimento dedicado às redes de Rádio, Telefonia, SAO, SIU, CFTV, SCADA e Rede Administrativa.

O Sistema de Transmissão contará ainda com clock de sincronismo e sistema de gestão e monitoramento de falhas.

O Sistema de Transmissão suportará a comunicação dos sistemas relacionados a seguir:

- Telefonia;
- Telefonia de Emergência;
- Difusão Sonora (sonorização);
- Circuito Fechado de TV – CFTV;

- SAO;
- SIU;
- Cronometria;
- Sinalização;
- Automação e Controle (SCADA);
- Rede administrativa;
- Controle de Passageiros (Bilhetagem).

15.2.1. Características e desempenho da rede

Cabo Óptico:

Serão lançados dois cabos ópticos por rotas distintas, uma a cada lado da via, conferindo redundância de rotas ao sistema de transmissão. Os cabos deverão ser lançados em dutos a serem disponibilizados durante a construção das vias, com caixas de passagem espaçadas a cada 40m, no máximo.

Deverão ser previstas reservas técnicas depositadas em caixas de passagem situadas nas cabeceiras das estações e entre estações, a meia distância do percurso.

Para a acomodação das reservas técnicas serão disponibilizadas caixas de dimensões mínimas superiores ao raio mínimo de curvatura dos cabos ópticos, conforme norma.

Deverá ser utilizado cabo óptico totalmente dielétrico, para instalação em ambiente externo e operação subterrânea em duto, constituído por conjunto de fibras ópticas tipo monomodo (SM) revestidas em acrilato. Serão agrupadas em unidades básicas: elemento central e elemento de tração não metálico. Sendo as unidades básicas e o núcleo, completamente preenchidos com geleia para evitar a penetração de umidade e garantir à fibra maior proteção mecânica, com proteção contra roedores em fibras de vidro para cabos (PFV) ou elementos pultrudados (FRP) para cabos (PPU), sendo este conjunto protegido por um revestimento externo em poliamida e capa externa de polietileno na cor preta.

Nas áreas de túnel, os cabos deverão ter características de retardância à chama com baixa emissão de fumaça e livre de halogênios, de classificação LSZH.

Os cabos ópticos a serem fornecidos deverão ser certificados pela ANATEL e atender as seguintes normas básicas:

- ABNT NBR 14774 - Cabo óptico dielétrico protegido contra o ataque de roedores para aplicação enterrada;
- ABNT NBR 14773 - Cabo óptico dielétrico protegido contra o ataque de roedores para aplicação em linha de dutos;
- ITU-T Recomendación G.652: "Characteristics of a single-mode optical fiber and cable";
- ITU-T Recomendación G.655: "Characteristics of a non-zero dispersion-shifted single-mode optical fiber and cable".

Cor das fibras:

Fibra	Cor
01	Verde
02	Amarela
03	Branca
04	Azul
05	Vermelha
06	Violeta

Identificação dos Tubos:

Unidade Básica	Referência	Código de Cores
01	Piloto	Verde
02	Direcional	Amarelo
03 em diante	Normal	Branco ou Natural

As informações dos dados a transportar pela rede de telecomunicação para cada serviço estão apresentadas na tabela a seguir:

Sistema	Tipo de dados	Necessidade sobre a rede
CFTV IP	Transmissão de imagens de vídeo a partir dos controladores de câmera para o sistema de registro e das telas do CCO.	Sistema de registro vídeo situado no local técnico do Pátio. Os vídeos registrados e os vídeos afixados em tempo real transitam pela rede
Sonorização	Transmissão de áudio emitida do CCO para as estações e VLT.	No máximo, considera-se que todas as estações serão sonorizadas de forma simultânea.
Sinalização de manobra	Envio de comandos do CCO através dos armários de via e rece-	Canal independente sobre a rede e prioritário para as ações de segurança.

	bimento de informações sobre o estado dos equipamentos.	
Bilheteria (Distribuição automática de bilhetes)	Troca de informações entre os distribuidores de bilhetes em estação e o servidor de bilheteria no CCO.	Cada estação será equipada com um mínimo de 02 (duas) bilheterias.
Bloqueios	Troca de informações entre os validadores de cartão de acesso e o servidor de bilheteria no CCO.	Cada estação será equipada com um mínimo de 06 (seis) bloqueios.
SAO-SIU	Transmissão de mensagens para os painéis e redes de sonofletores das estações e aos VLT.	Cada estação possui quatro painéis de plataforma e duas redes de sonofletores.
Telefonia – PABX IP	Comunicação de voz sobre IP – VoIP entre os edifícios do sistema VLT.	Considera-se o mínimo de vinte comunicações simultâneas. O Sistema de Telefonia de Emergência operará sobre esta plataforma de serviço, cabendo a cada estação a instalação de pelo menos dois intercomunicadores.
SCADA – Supervisão Técnica e controle automático dos equipamentos.	Transmissão entre o servidor do sistema SCADA e os diversos concentradores do sistema.	Cada estação, cada SST e cada local técnico estão equipados com um concentrador.
Relógio principal	Transmissão da hora padrão e pulso de sincronismo para todos os servidores de sistemas.	Informação disponibilizada para cada subsistema.
Rádio Tetra	Comunicação de dados e voz entre as Estações Base.	Quantidade de Estações Base será definida por estudo de cobertura. Considerar mínimo de três.

15.3. Sistema de Telefonia

O sistema será baseado em uma rede de telefonia IP e será dimensionado para assegurar o conjunto das ligações telefônicas necessárias à operação e à manutenção do Sistema VLT.

O Sistema de Telefonia atenderá:

- As necessidades de comunicação por voz, telefonia interna, entre os edifícios do sistema VLT (pátio, oficinas, locais técnicos, terminais de integração, subestações, escritórios da SPE e CCO);

- Aos intercomunicadores (Telefonia de Emergência) disponibilizados ao longo da linha (estações);

- Ao acesso à rede pública de telefonia;

- Aos escritórios dos Terminais de Integração VLT / Ônibus.

Serão instalados pontos do Sistema de Telefonia nos seguintes locais:

- Postos de trabalho do CCO;

- Subestações;

- Locais técnicos do pátio e estações;

- Escritórios da SPE;

- Escritórios dos Terminais de Integração;

- Oficinas de manutenção;

- Guarita do pátio;

- Escritórios do pátio.

15.3.1. Intercomunicadores (Telefonia de Emergência)

Serão instalados dois intercomunicadores em cada uma das estações do VLT, com recurso Hot-line e hands-free (mãos livres), de forma a permitir que ao serem acionados se estabeleça a comunicação direta com o CCO.

Os intercomunicadores serão monitorados por câmeras do Sistema de CFTV de forma a permitir aos operadores do CCO a visualização de imagens do usuário que faz uso do sistema. A rede de telefonia será baseada em um Servidor de Voz – PABX IP, que assegurará o conjunto de ligações telefônicas necessárias à operação e à manutenção do sistema VLT.

O PABX deverá ser instalado na sala de equipamentos do CCO e se conectará aos demais edifícios do VLT através do Sistema de Transmissão Óptico - STO.

Princípios de Operação do Sistema

- Assegurar a comunicação entre os usuários que utilizem um intercomunicador de estação e os agentes de operação do CCO;
- O sistema deverá incorporar recursos de gravação de áudio com capacidade para garantir a gravação de pelo menos dezesseis ligações (full duplex) simultâneas e armazenagem de 8.000 horas de conversações;
- Assegurar acesso à rede pública de serviços de telefonia através de placas dedicadas a este fim;
- Assegurar a comunicação entre os diversos ramais instalados nos edifícios do VLT, considerando o mínimo de 20 (vinte) conversações simultâneas;
- O sistema deverá possuir recursos de tarifação e facilidades para programação de categorias de usuários.
- O acesso aos recursos de programação do sistema deverá ser controlado por login e senha;
- Deverão ser previstos pelo menos três tipos de categorias de usuários do sistema:

- Usuário Restrito = livre para ligações aos ramais internos do sistema;
- Usuário Semi Restrito = livre para ligações aos ramais do sistema e acesso controlado por senha para gerar ligações específicas à rede pública (ex. Ligações locais ou números pré-definidos);
- Usuário Privilegiado = livre para gerar ligações aos ramais do sistema e acesso controlado por senha para gerar ligações à rede pública (DDD, DDI, Celular).

Princípios de Operação do Subsistema de Telefonia de Emergência

Quando um usuário acionar a tecla de um determinado Intercomunicador a comunicação deverá ser estabelecida automaticamente com uma console instalada no CCO, sem que haja a necessidade de discagem ou outra ação qualquer.

Chamadas geradas a partir de um intercomunicador serão tratadas pelo sistema de telefonia de forma análoga às chamadas geradas por um dos telefones do sistema. O número do ramal e o nome da

estação onde se encontra o usuário serão identificados na tela do terminal do operador do CCO.

Ao receber a chamada originada de um Intercomunicador o operador do CCO poderá selecionar a função mãos livres e, ao entrar em conversação *full duplex* com o usuário, em qualquer momento, poderão ser utilizadas todas as funções típicas da telefonia clássica (espera, conferência, transferência).

Quando um intercomunicador é ativado e enquanto a chamada estiver em curso uma imagem de vídeo do usuário deverá ser disponibilizada ao operador do CCO. Tal imagem poderá ser gerada por uma câmera do vídeo acoplada ao Intercomunicador ou por uma das câmeras do Sistema de CFTV. A imagem do usuário deverá ser exibida através de uma das telas do CCO.

Locais de Instalação

Serão instalados aparelhos telefônicos nos locais abaixo indicados, nas seguintes quantidades mínimas:

- 01 em cada posto de trabalho do CCO;
- 01 em cada subestação;
- 01 em cada local técnico do pátio (sala de equipamentos);
- 01 na guarita de vigilância do pátio;
- 01 em cada escritório do pátio (bases das oficinas);
- 100 no prédio administrativo da SPE;
- 01 em cada estação de passageiros.

Obs: Nos terminais de integração prever no mínimo as seguintes quantidades:

Padre Pelágio	Dergo	Praça A	Praça da Bíblia	Novo Mundo
13	04	06	08	06

Telefonia de Emergência – Intercomunicadores

- 02 intercomunicadores por estação.

Obs: Nos terminais de integração prever no mínimo as seguintes quantidades:

Padre Pelágio	Dergo	Praça A	Praça da Bíblia	Novo Mundo
08	02	06	06	06

Descrição da Plataforma

O sistema de telefonia a ser implantado deverá formar uma plataforma operacional e administrativa única, constituída por uma Central Telefônica Digital IP, PABX IP, a ser instalado na sala técnica do CCO.

O Sistema de Telefonia IP deverá atender as normas Anatel, normatizações internacionais UIT-T e atender as exigências das operadoras locais de telefonia.

O sistema deverá assegurar um MTBF mínimo de 25.000 horas.

O Sistema será constituído por:

- Servidor de Comunicação IP;
- Consoles de Operação no CCO;
- Terminais IP;
- Aparelhos telefônicos.

A Central Telefônica IP será conectada com os diferentes edifícios do Sistema VLT através de uma VLAN dedicada do Sistema de Transmissão Óptico – STO.

O Sistema de Telefonia deverá ser dimensionado para uma capacidade mínima de 250 ramais.

Para a conexão com a rede pública de telefonia o PABX deverá contar com placas tronco, para conexão de linhas analógicas e canais digitais para conexão de links E1. A quantidade de acessos deverá ser determinada de acordo com as necessidades operacionais a serem informadas e consideradas reservas técnicas para expansões futuras.

A arquitetura do sistema deverá considerar a confiabilidade requerida pela operação do VLT e contar com redundância de

hardware para operação emergencial em caso de falha do equipamento principal.

Para a conexão dos aparelhos telefônicos nos edifícios do Sistema VLT deverá ser utilizado cabeamento estruturado.

Deverão ser previstos terminais IP para instalação no CCO, nas subestações, salas técnicas das estações e salas de gerências instaladas no Pátio de Manutenção de Novo Mundo. No pátio de manutenção deverão ser instalados servidores de voz, gateways para conversão do sinal digital (VoIP) em analógico, permitindo a utilização de aparelhos telefônicos convencionais nas oficinas.

Confiabilidade

A solução a ser implementada deverá ser confiável e de última geração tecnológica, baseada em uma plataforma robusta tipo non-blocking e que permita a implementação de serviços de voz e dados.

Características técnicas

- Utilização de facilidades e aplicações normatizadas para todos os usuários do sistema;
- Uso de ferramentas administrativas e de suporte normatizadas;
- Escalabilidade;
- Utilizar os protocolos de comunicação SIP ou H323;
- Administração centralizada de acordo com as especificações e níveis de serviço previstos pelas normas Anatel, ISO, etc.

Características gerais

- Acesso à rede pública;
- Acesso primário de 30 canais digitais;
- Permitir a emissão de mensagem de boas-vindas e facilidades de acesso direto a ramais;
- Facilidade para discagem abreviada para chamadas a ramais;
- Permitir chamadas em conferência com até 14 participantes;
- Sistema de correio de voz integrado;
- Possuir recurso de guias falados para ajuda aos usuários;

- Possuir sistema de gestão e programação/configuração, alarmes de falhas e módulo de tarifação, com acesso por porta ethernet;
- Gabinete para instalação em rack padrão de 19 polegadas;
- Possuir sistema de alimentação elétrica auxiliar para 4 horas de autonomia;
- Garantir disponibilidade de 99,9%.

Características Funcionais

- Numeração única para toda a rede;
- Chamadas dentro da Rede IP com contingência;
- Roteamento automático para otimizar as Chamadas locais e para celulares;
- As facilidades e recursos do sistema poderão ser disponibilizadas a todos os usuários do sistema;
- Garantir mobilidade plena a todos os usuários da rede para o acesso através da rede IP do Sistema VLT;
- Uso de tecnologia e aplicativos intuitivos, com interfaces gráficas avançadas;
- Uso de componentes de alta confiabilidade;
- Uso de rotinas simples para a execução de tarefas administrativas e de controle;
- Suportar técnicas para codificação e para segurança da informação;
- Consoles de operação com orientação interativa do usuário através de teclas de diálogo e do display;
- Consoles com teclas de atalho programáveis;
- Atualização de software via web;
- Programação por acesso via web e SNMP;
- Configuração por DHCP (plug&call);
- Armazenamento das últimas chamadas originadas, recebidas e não atendidas;
- Recursos de “viva voz” e “mãos livres” para operação nos consoles do CCO e Intercomunicadores;
- Personalização do toque;

- Display alfanumérico LED com 2 linhas de 24 caracteres cada uma e com ajuste de contraste (terminais IP);
- Teclas de diálogo para a orientação interativa dos usuários (terminais IP);
- Teclas de controle (+ e -) para ajustar o volume da chamada e o volume do toque de chamada (terminais IP);
- Orientação por menu, textos de display, em português (terminais IP);
- Comunicação e escuta por “viva voz” através do microfone/autofalante do telefone;
- Armazenamento das últimas chamadas não atendidas com informação do número, data e hora da ligação perdida;
- Rediscagem dos números das dez últimas ligações originadas;
- Aviso audível de segunda chamada;
- Indicação do número da chamada entrante;
- Proteção de acesso de usuário por senha individual para uso de ramal ou acesso à programação de terminal ou sistema por administrador;
- Indicação no display de data, hora e local de instalação do terminal (terminais IP).

Terminais IP

Características (IP Standard):

- SIP;
- G.711, G.723, G.729 A/B, G.722, QoS, Security H.235;
- SNMP, HTTP, DHCP, FTP, DNS;
- Interfaces 10/100 Base-T (mini swith);
- Alimentação sobre LAN;
- Tonalidades polifónicas;
- Teclas de função com LEDs;
- Display LCD alfanumérico;
- Display iluminado;
- Teclas de diálogo interativa (avançar / retroceder);

- Comunicação “viva voz“ full duplex;
- Teclas (+/-) de ajuste para volume da campainha, tipo do toque, chamada de advertência, volume do autofalante;
- Suporte para fixação em parede.

15.4. Circuito Fechado de TV (CFTV)

O Sistema contemplará o processamento de imagens de vídeo, compreendendo a operação e gravação digital através de servidor tipo *storage.*

O sistema deverá dispor de recursos tais que possibilitem o gerenciamento e o controle das imagens em tempo real e a execução de gravação das imagens através de rede TCP/IP, utilizando-se de tecnologia de compressão de vídeo H.264 e MPEG-4. Também deverá possibilitar a visualização e o controle das imagens captadas pelas câmeras instaladas nos diversos sites (edifícios do VLT e via) bem como permitir a adição de novas câmeras com tecnologia IP.

Todas as câmeras deverão ser conectadas ao Sistema de Transmissão Óptico – STO, exceto aquelas instaladas no interior dos veículos VLT.

A infraestrutura complementar e o cabeamento necessário à interligação dos equipamentos com o STO será parte integrante do fornecimento.

De igual forma, também devem ser previstos os recursos necessários para reforço / amplificação de sinal, em caso de necessidade técnica.

O Sistema de Circuito Fechado de TV – CFTV será constituído de câmeras de vídeo IP, fixas e/ou móveis – PTZ, distribuídas ao longo do sistema VLT de forma a possibilitar a monitoração das condições operacionais e a monitoração do fluxo de usuários, permitindo a gravação das imagens para o registro automático de eventos de interesse.

Nos VLT serão instaladas câmeras no interior dos carros com gravação contínua, de forma a permitir o registro de todos os eventos durante a operação dos veículos. As imagens gravadas serão armazenadas em servidor de vídeo embarcado para coleta posterior e armazenagem no banco de dados do servidor de vídeo do CCO.

Além das câmeras destinadas a monitoração dos usuários no interior do VLT, deverão ser previstas câmeras nas cabines de controle de forma a registrar a visão do piloto durante a condução do veículo. As imagens geradas por estas câmeras poderão vir a ser utilizadas para esclarecer dúvidas sobre eventos ocorridos durante a condução, como, por exemplo, o registro de acidentes.

Serão instaladas no mínimo:

- 52 câmeras IP fixas distribuídas nas 12 estações;
- 150 câmeras IP fixas distribuídas nos terminais de integração;

- 01 câmera em cada extremidade do túnel;
- 01 câmera em cada cruzamento de via pública;
- 03 câmeras IP para o centro de controle e sala de equipamentos;
- 08 câmeras na área de estacionamento;
- 01 naárea de lavagem;
- 01 na área de inspeção diária;
- 04 nasoficinas;
- 03 no prédioadministrativo;
- 01 na região de entrada do pátio;
- 01 no portão de entrada de veículos;
- 01 no portão de entrada de pedestres;
- 01 porzona de manobra;
- 01 porsubestação.

As imagens geradas nos edifícios do VLT e via serão gravadas em Servidores de Vídeo em Rede – NVR e armazenados em Storages, dimensionados para garantir o armazenamento de todas as imagens por período mínimo de 30 (trinta) dias, a serem instalados na Sala Técnica do CCO – Centro de Controle Operacional.

As imagens geradas pelas câmeras de bordo serão armazenadas em gravadores de mídia instalados nas cabines dos VLT que deverão ter capacidade para armazenamento das gravações de imagens por um período mínimo de 07 (sete) dias.

No CCO deverá ser disponibilizada uma Console de Operação do sistema de CFTV que terá recursos para monitoração de imagens em tempo real e para busca de imagens armazenadas nos servidores de vídeo. A partir da Console do CCO deverá ser possível a gravação em mídia externa (CD, DVD e/ou dispositivo de memória USB) de cópias das imagens armazenadas.

O Sistema de CFTV a ser instalado no material rodante deverá possuir recurso para a transferência aos servidores do sistema dos arquivos de imagens armazenadas nos gravadores de bordo, através de portas do tipo USB, para cópia em cartões de memória (pendrive, SD e outros) e através de rede sem fio WiFi. Para este fim deverão ser instalados pontos de acesso WiFi (AP), em quantidade suficiente para viabilizar a conexão a partir de qualquer ponto do pátio de manutenção e estacionamento de Novo Mundo.

Os equipamentos instalados nos VLT deverão ser fabricados segundo critérios específicos de qualidade e operação, devendo ser projetados para suportar as vibrações e variações de temperatura inerentes à aplicação em veículos ferroviários. No CCO serão instaladas duas consoles de operação e um Video Wall para

monitoramento das imagens. As câmeras de CFTV serão controladas automaticamente por programas operacionais instalados no console possibilitando ao Controlador e ao Supervisor do CCO, controlar as funções de seleção de tela, varredura automática, gravação de imagens e reprodução de imagens gravadas.

Composição do Sistema

- Servidores para gerenciamento de imagens do Subsistema de Monitoramento;
- Servidores para armazenamento de imagens do Subsistema de Monitoramento;
- Bastidores para acomodação de equipamentos;
- Decodificadores de vídeo e monitores de visualização;
- Teclados com joystick com controle PTZ;
- Câmeras I.P., fixas coloridas Day/Night com caixa de proteção;
- Lentes de 1/3" para câmeras fixas I.P;
- Câmeras I.P. móveis, do tipo dômus;
- Conversores de sinal (encoders) NTSC para I.P.;
- Conversores de ethernet para fibra ótica;
- Sub-racks para acomodação de conversores ethernet / F.O.;
- Softwares para o Subsistema de Monitoramento;
- Licenças de visualização.

Recursos Operacionais

- Será composto de consoles de monitoramento onde serão visualizadas as imagens;
- Será composto por sistema informatizado de circuito fechado de TV, colorido, constituído por equipamentos profissionais, para operar em regime de 24 horas por dia, sete dias por semana, sem interrupções;
- O Sistema deverá ser modular e composto por componentes totalmente intercambiáveis para as mesmas funções;

- Deverá possuir software de gerenciamento que permita a exibição em tempo real, controle PTZ (PAN, TILT e ZOOM), gravação e recuperação instantânea das imagens de todas as câmeras conectadas, sem perda da qualidade da imagem e sem interrupção da gravação;

- Tanto o sistema de transmissão quanto o de distribuição deverão garantir o máximo da qualidade extraída das câmeras.

- Capacidade mínima para gerenciamento de 300 (trezentas) câmeras.

- Deverá possuir recurso para permitir a reprodução de imagens gravadas sem interrupção da gravação de qualquer câmera;

- Deverá possuir ambiente amigável que permita a busca rápida das imagens ao vivo ou gravadas por câmera, data, hora, evento e alarme;

- Deverá utilizar tecnologia de compressão de imagens H.264 e MPEG4;

- O sistema deverá ser capaz de permitir a visualização das informações de identificação de câmeras (nome/número e localização), data e hora sincronizadas ao tempo de gravação, através de legendas sobrepostas às imagens, ao vivo ou gravadas, exibidas nos monitores;

- O sistema deverá possuir arquitetura aberta de modo que permita a integração com outros sistemas eletrônicos de segurança, tais como sistemas de controle de acesso e sistemas de alarmes de incêndio;

- O sistema deverá possibilitar a utilização de ajustes e sequenciamento das câmeras móveis;

- O sistema deverá possibilitar o acionamento, manual ou por programação, de gravação de imagens por programação de data e hora, por acionamento de alarmes ou por detecção de movimento;

- O sistema deverá ser capaz de administrar as funções de análise inteligente de vídeo integrada às câmeras;

- O sistema deverá possuir a funcionalidade de detecção de movimento;

- O Sistema deverá possibilitar a implementação posterior de funcionalidades de “comportamento”, sem necessidade de substituição de hardware ou software da central de gerenciamento;

- O sistema deverá ser capaz de efetuar autodiagnóstico e informar o status de todos seus equipamentos, com possibilidade de disparo de alarme sonoro/visual em caso de mau funcionamento;

- O sistema deverá possuir um mapa sinótico, acessível pela posição de operação, com permissão de administrador, que apresente a localização e status de todas as câmeras.

Acessibilidade

O sistema deverá contemplar os seguintes critérios de acessibilidade:

- Todo e qualquer acesso aos recursos e funcionalidades do Sistema poderá ser habilitado mediante senha pessoal cadastrada para usuário;
- O cadastramento e a manutenção dos usuários ficarão a cargo do Gestor do Sistema, para tanto deverá oferecer interface amigável para a administração dos usuários, incluindo: inclusões, exclusões, alterações e auditoria, respeitando diferentes níveis hierárquicos de acesso.

Armazenará em tabela e/ou mecanismo equivalente as seguintes informações relacionadas a sua utilização:

- Identificação do usuário;
- Tipo de intervenção/ação realizada;
- Data e horário da intervenção;
- Identificação do terminal utilizado.

A quantidade de usuários e senhas deverá ser de no mínimo cem (100) unidades, considerando todos os níveis de acessibilidade. Em casos de perdas de senhas, o sistema deverá permitir anular a senha antiga e criar uma nova, a partir de comando específico a ser realizado por usuário com nível de acesso gerencial.

O sistema deverá ter capacidade para permitir o acesso remoto simultâneo, via rede de dados local, de no mínimo 10 (dez) Estações de Trabalho (PC) para visualização das imagens.

Níveis de Acessibilidade

Acessibilidade para Monitoramento de imagens.

- Seleção das câmeras autorizadas para o usuário;
- Acesso às funções PAN, TILT e ZOOM;
- Seleção de qualquer sequenciamento;

- Interrupção não definitiva (temporária) de sequenciamento para monitoramento específico por tempo pré-determinado;
- Conexão das câmeras ao joystick de panoramização;
- Busca e seleção de imagens;
- Gravação de imagens (mediante autorização em sistema).

Acessibilidade em Nível de Supervisão

- Todas as operações do nível de monitoramento;
- Definição de quais câmeras poderão ser controladas e acessadas por cada usuário com nível de acesso de monitoramento;
- Definição das prioridades de acesso da console central sobre as demais consoles e entre estas;
- Programação dos sequenciamentos (interrupção, alteração, ajustes, etc.);
- Configuração das programações diárias;
- Configuração dos modos de gravação;
- Concessão de acesso de gravação.

Acessibilidade em Nível Gerencial

- Todas as operações do nível de supervisão e de monitoramento;
- Geração de relatórios de auditoria;
- Administração de acessos;
- Configurações de localidades (delimitação virtual e física de áreas de monitoramento, etc.);
- Configurações adicionais.

Visualização das Imagens

A visualização das imagens do Sistema de CFTV deverá ser disponibilizada em consoles no CCO.

No CCO deverão ser disponibilizadas 02 (duas) posições de monitoramento, que contarão com os seguintes equipamentos:

- 02 (dois) teclados com joystick de comando, sendo um para cada operador;
- 02 (dois) módulos DVC – decodificadores de vídeo com interface para controlador (um para cada operador e visualização de dois monitores);
- 01 (um) módulo DV – decodificadores de vídeo (visualização de dois monitores);
- 02 (dois) monitores, de 42 polegadas, que deverão ser conectados aos decodificadores de vídeo via cabo HDMI.

Os módulos de vídeo (WS, DVC ou DV) deverão ser do tipo gabinete para instalação em rack de 19 polegadas. Estes módulos deverão permitir a conexão direta aos monitores de 42” e ao Video Wall, sem a necessidade adicional de computadores.

Cada monitor deverá possibilitar a visualização de até dezesseis (16) imagens simultaneamente. Através do mouse e teclado ou joystick, o operador poderá controlar as imagens deste monitor executando, no mínimo, as seguintes funções:

- Seleção da imagem de qualquer uma das câmeras;
- Multiplexação de 01 (uma), 04 (quatro), 09 (nove) ou 16 (dezesseis) imagens no mesmo monitor;
- Controle de PAN, TILT e ZOOM em qualquer uma das câmeras móveis, incluindo controles adicionais (presets e rondas, por exemplo);
- Visualização de imagens ao vivo e gravadas;
- Efetuar backup de imagens;
- Efetuar gravação de imagens selecionadas em mídia removível (DVD-RW e flash USB);
- Executar scripts.

Gravação das Imagens

O sistema de gravação de imagens do Sistema de CFTV deverá ser composto pelos servidores de armazenamento e deverá ser instalado na Sala de Equipamentos do CCO.

Estes servidores deverão ser baseados em tecnologia NVR (Network Vídeo Recorder) e irão operar em modo fail-over (falha segura), conforme características técnicas mínimas descritas.

O sistema de gravação deverá possuir capacidade de armazenamento para garantir a gravação de todas as câmeras à taxa de 1 até 30 QPS (quadros por segundo) pelo período mínimo de 30 (trinta) dias, distribuídos adequadamente nos servidores, mantendo todas as características básicas do projeto e de funcionamento. O sistema de gravação deverá ainda permitir a ampliação da quantidade de servidores.

Para os VLT deverão ser fornecidos vídeo gravador, preparados para operação em veículo ferroviário, para armazenamento das imagens de cada uma das câmeras do veículo, com autonomia para 07 (sete) dias de gravação contínua, velocidade de gravação ajustável de 5 a 12 quadros por segundo, na resolução 4 CIF (704 x 576 pixels).

Gerenciamento das Imagens

O sistema de gerenciamento deverá ser desenvolvido por sistema de operação em redundância, composto pelos servidores principal e reserva do banco de dados, sendo que este último entrará em operação em caso de falha do servidor principal.

O servidor principal que será responsável pela administração de todos os usuários do sistema, incluindo permissões, senhas e privilégios sobre a utilização de todos os dispositivos.

O servidor reserva permanecerá em funcionamento em modo de espera e fazendo backup periódico dos dados do principal automaticamente. Estes equipamentos deverão possuir as características técnicas mínimas descritas.

Descrição dos Equipamentos

Para atender na íntegra as funcionalidades do sistema descrito, os equipamentos deverão ser fornecidos conforme descrito a seguir:

Servidor de Gerenciamento

O servidor para gerenciamento de imagens deverá possuir as seguintes características técnicas mínimas:

- Possuir capacidade de administrar os direitos e privilégios de todos os usuários e dispositivos do sistema;
- Possuir capacidade de armazenar e administrar todos os registros de erros, eventos e alarmes do sistema;
- Possuir capacidade de ser sincronizado com o servidor NTP (Network Time Protocol);

- Possuir capacidade para trabalhar em redundância com outro servidor de banco de dados, realizando backups periódicos entre em eles;
- Possuir capacidade para funcionar como banco de dados de todas as funções do sistema;
- Possuir gabinete para ser instalado em rack padrão 19”, que poderá ser compartilhado com os servidores de armazenamento do sistema;
- Possuir capacidade de atuar como servidor UpnP e DHCP dos ativos de segurança, tais como câmeras, encoders, estações de trabalho e gravadores.

Servidor de Armazenamento

Os servidores para armazenamento de imagens deverão possuir as seguintes características técnicas mínimas:

- Possuir capacidade para gravação do máximo de câmeras possível, não devendo ser limitado pela quantidade de câmeras e sim pelo processamento da máquina;
- Possuir a capacidade mínima de transferência de imagens de 250 Mbps e ainda prover um adicional de 32 conexões simultâneas para a transmissão de imagens gravadas;
- Possuir a capacidade de gravar imagens com a resolução máxima extraída das câmeras conectadas ao sistema e compressão de vídeo H.264 e MPEG-4. O mesmo deverá armazenar imagens com resolução de CIF a MegaPixel, sem a perda de seu processamento;
- Possuir 2 fontes “hot Swappable” redundantes, desenhados para instalação em racks padrão 19’’;
- O subsistema de armazenamento deverá possuir diagnóstico interno e logs de erros;
- Possuir todos os seus HD’s em RAID6, permitindo assim que, mesmo com a falha de 2HD’s de um mesmo módulo, não haja perda das imagens armazenadas. Ao mesmo tempo o sistema deve possibilitar trabalhar em modo fail-over, ou seja, no caso da queda de qualquer servidor, as imagens devem ser roteadas automaticamente aos demais, sem intervenção humana, evitando assim perda de informações;

- Possuir capacidade para garantir a gravação de todas as câmeras à taxa 1 até 30 QPS por um período aproximado de trinta (30) dias e possuir no mínimo 24TB de armazenamento total, distribuídos na quantidade necessária de servidores para atingir este total, mantendo todas as características mínimas do projeto e de funcionamento. A quantidade de servidores poderá ser alterada, desde que cada um possua no mínimo 12TB para armazenamento;
- Os servidores de gravação deverão ser instalados em rack padrão 19", de forma compartilhada com o servidor de gerenciamento do sistema.

Decodificador de Vídeo com Interface para Controlador

Este equipamento deverá possuir as seguintes características técnicas mínimas:

- Possuir capacidade de decodificar e exibir simultaneamente até 32 transmissões nas 2 saídas de vídeo em DVI ou VGA com suporte até XVGA (2560 x 1600) de resolução. Cada opção de saída pode exibir uma única imagem, ou então quatro (2x2), nove (3x3) ou dezesseis imagens (4x4). Quando são exibidas diversas imagens, deve fornecer automaticamente a melhor velocidade de quadros da exibição de vídeo para as câmeras selecionadas;
- Possuir capacidade de permitir que o usuário opere o sistema como uma matriz tradicional, usando o joystick e o teclado para controlar a exibição de vídeo, permitindo aos usuários gravar, reproduzir e exportar vídeos;
- Possuir capacidade para fornecer acesso às funções através de uma sobreposição gráfica na tela do monitor;
- Possibilitar que o usuário ative ou desative a sobreposição gráfica através do teclado;
- As sobreposições deverão ser semitransparentes para não bloquearem completamente a cena atrás do menu;
- A estrutura de menus e os botões de função deverão permitir facilmente a operação do sistema;
- Deverá funcionar como matriz virtual de vídeo e possibilitar a decodificação de até 16 vídeos para cada saída de vídeo DVI ou HDMI;

- Deverá permitir através do Joystick acesso a todas as tarefas de operação do sistema inclusive visualização de imagens gravadas;
- Deverá suportar todas as resoluções de vídeo geradas pelas câmeras;
- Deverá ser do tipo gabinete para instalação em rack 19”;
- Deverá possuir no painel frontal leds indicadores de alimentação, status e atividade de rede.

Decodificador de Vídeo sem Interface para Controlador

Este equipamento deverá possuir as seguintes características técnicas mínimas:

- Possuir capacidade para funcionar como matriz virtual de vídeo e possibilitar a decodificação de até 16 vídeos para cada uma das 2 saídas de vídeo DVI OU HDMI;
- Deverá ser do tipo gabinete para instalação em rack 19”;
- Deverá suportar todas as resoluções de vídeo geradas pelas câmeras;
- Deverá possuir no painel frontal leds indicadores de alimentação, status e atividade de rede.

Teclado com Joystick de Controle PTZ (Pan/Tilt/Zoom)

Este dispositivo deverá possuir as seguintes características técnicas mínimas:

- Para garantia de conforto na operação este equipamento deverá possuir módulos de teclado numérico independentes para controle de câmera e de monitor e módulo de joystick intercambiáveis e giratórios, ajustáveis para operadores destros e canhotos;
- Deverá possibilitar o controle da íris da lente e foco das câmeras e ajuste de velocidade para controle preciso de PTZ;
- Deverá permitir acesso a todas as funções de operação do sistema;
- Deverá possuir teclas de função iluminadas com combinação intuitiva de cores que permita fácil navegação pelos menus de configuração;

- Deverá possuir apoio para punho.

Câmeras de Vídeo

Deverão ser fornecidas câmeras fixas, dome e mini-dome conforme detalhamento abaixo.

Câmeras Fixas de Vídeo IP

Este equipamento deverá possuir as seguintes características técnicas mínimas:

- Tecnologia Day & Night;
- Arquitetura aberta e totalmente integrada ao sistema de gerenciamento;
- Deverá possuir sensor de imagem CMOS com progressivescan e resolução de pelo menos 1280x1024 pixels;
- Possuir modos de compressão H.264 e MJPEG;
- Deve ser capaz de gerar 30ips em 1280x720;
- Deverá possuir Auto Back Focus (ABF);
- Deverá possuir conector de serviço para facilitar a instalação;
- Deverá possuir slot para mini cartão de memória para storage local (na própria câmera) de imagens provenientes de alarmes;
- Análise de conteúdo com os seguintes algoritmos: Abandono de Objeto, Motion Detection, Sabotagem, Análise Direcional, Contagem de Objeto, Remoção de Objeto, Veiculo Parado;
- Mínimo de 1 entrada de alarme;
- Permitir áudio Bi-direcional diretamente na câmera ou através de dispositivo que permita tal comunicação;
- Possuir alimentação PoEou 24VAC;
- Possuir recurso de compensação de luz de fundo (WDR) com pelo menos 60 dB;
- Saída de vídeo Ethernet;
- Sensibilidade mínima de 0,03 lux a f/1.2; 2,850°K; SNR >24 dB quando a câmera estiver no modo Day/Night;

- A câmera deve possuir interface WEB que permita ao menos 16 conexões simultâneas com outras câmeras IP;
- Deverá suportar os seguintes protocolos de comunicação: TCP/IP, UDP/IP (Unicast, Multicast IGMP), UPnP, DNS, DHCP, RTP, RTSP, NTP, IPv4, SNMP, QoS, HTTP, HTTPS, LDAP (client), SSH, SSL, SMTP, FTP;
- Certificação UL e CE e ISO9001.

Lentes para Câmeras Fixas de Vídeo IP

Este equipamento deverá possuir as seguintes características técnicas mínimas:

- Lente Varifocal, 1/3 de polegada (8,4 mm);
- Tipo de suporte: SC;
- Distância focal 2.8 a 12 mm;
- Lente com Foco e Zoom manual - Faixa de zoom 4.3X;
- Distância mínima do objeto: 0,3 metros;
- Possuir íris automática;
- Suportar até 3 Megapixel de Resolução;
- Campo de visão: Vertical (18°) Horizontal (23°) e Diagonal (29°);
- Certificação UL e CE e ISO9001.

Caixa de Proteção para Câmera Fixa

Estes dispositivos deverão possuir as seguintes características técnicas mínimas:

- A prova de poeira
- Para utilização em ambiente externo.
- Orifícios para a passagem de cabos;
- Fabricação em alumínio extrudado;
- Conter recurso automático para minimizar a condensação interna de vapor d’água; (aquecedor, ventoinha).
- Certificação CE Compliant;
- Protetor solar;
- Fácil acesso à câmera;

- Ajuste horizontal e vertical;
- Grau de Proteção IP66 e NEMA4X;
- Suporte de Fixação em Poste ou Parede;
- Possuir Certificado de qualidade ISO9001.

Câmera de Vídeo IP Móvel em Domo

A câmera móvel deverá ser modular, composta por um backbox, um dome drive e um dome inferior, podendo intercambiar os módulos. Deverão possuir caixa de proteção do tipo pendante para uso externo e cúpula (bolha) transparente, e as seguintes características técnicas:

- Tecnologia dia e noite (day/night);
- Arquitetura aberta e totalmente integrada ao sistema de gerenciamento;
- Saídas Ethernet RJ45;
- Sensor de imagem CCD 1/3”Exview HAD;
- Lente de 4.7 – 84.6 mm com zoom óptico de 18X;
- Formato de Imagem 4:3 ou 16:9;
- Resolução até 1280 x 960 pixels;
- Transmitir imagens em 30ips com resolução 1280x720 pixels (HD);
- Foco e íris automático;
- Correção de abertura horizontal e vertical;
- Função WDR com pelo menos 60 dB (WideDynamic Range);
- Sensibilidades de 0.07 lux no modo colorido e 0,02 lux modo monocromático;
- Pan de 360° continuo;
- Velocidade de Pan de 360°/segundo;
- Velocidade de Tilt de 150°/segundo;
- Menu de operação e configuração em português;
- Programação de pelo menos 250 presets;
- Programação de 10 tipos de tours;
- Porta USB para acessórios externos;

- Análise de conteúdo com os seguintes Algoritmos: Auto Traking, Abandono de Objeto, Motion Detection, Sabotagem, Análise Direcional, Contagem de Objeto, Remoção de Objeto, Veiculo Parado;
- Deve possuir modos de compressão H.264 main, base e high profile, MJPEG;
- Deve suportar os seguintes protocolos de rede: TCP/IP, UDP/IP (Unicast, Multicast IGMP), UPnP, DNS, DHCP, RTP, RTSP, NTP, IPv4, SNMP v2c/v3, QoS, HTTP, HTTPS, LDAP (client), SSH, SSL, SMTP, FTP, mDNS (Bonjour®), and 802.1x (EAP);
- Caixa de proteção tipo dome pendente em alumínio com certificado IP66 e NEMA 4X para instalação em ambiente externo;
- Acompanhar suporte para fixação em poste ou parede.

Câmera de Vídeo IP Fixa em Mini-Domo

Este equipamento deverá possuir as seguintes características técnicas mínimas:

- Tecnologia Color;
- Arquitetura aberta e totalmente integrada ao sistema de gerenciamento;
- Deverá possuir sensor de imagem CMOS com progressivescan e resolução de pelo menos 1280x1024 pixels
- Possuir modos de compressão H.264 e MJPEG;
- Deverá permitir a transmissão de 30ips na resolução 1280 x 720 pixels;
- Deverá possuir conector de serviço e botão de ajuste de foco, acessíveis com o dome fechado, para facilitar a instalação;
- Possuir alimentação PoE (IEEE 802.3 afclass 3) ou 24 Vdc;
- Saída de vídeo Ethernet;
- Sensibilidade mínima de 0,12 lux em modo colorido; 0.03 lux em modo preto e branco
- Deve possuir faixa de intervalo do disparador eletrônico de 1~1/100,000 segundos;

- Relação Sinal / Ruído 50 dB
- Entrada e Saída de Áudio, microfone embutido;
- Tecnologia Wide Dynamic Range com 60dB;
- Deve suportar os seguintes protocolos de comunicação: TCP/IP, UDP/IP (Unicast, Multicast IGMP), UPnP, DNS, DHCP, RTP, RTSP, NTP, IPv4, SNMP, QoS, HTTP, HTTPS, LDAP (client), SSH, SSL, SMTP, FTP, MDNS
- Deve possuir Web Server interno, possibilitando a visualização e configuração da câmera;
- Deve permitir o acesso simultâneo de até 20 usuários em modo unicast;
- Deve permitir o acesso de um número ilimitado de usuários multicast em H.264;
- Deve possibilitar a configuração de senha para controle de acesso de usuários;
- Deve possuir interface de gerenciamento e visualização em Português;
- Possuir Certificação IP56 e NEMA4
- Deve permitir até dois streams de vídeo simultâneos;
- Deve ser fornecida com caixa de proteção resistente a vandalismo, tipo mini-dome, para fixação interna, possibilitando montagens de embutir;
- Possibilidade de fixação Pendante, Parede, Sobrepor e Poste usando acessórios;
- A caixa de proteção deve permitir o ajuste da câmera em três eixos de rotação (mesmo após ter sido instalada), de acordo com os seguintes limites: Pan 355°, Tilt 180° e Rotação 220°;
- Deve ser fornecida com lente megapixel, color, 2.8-10 mm varifocal, integrada à câmera.

Codificadores de Vídeo Analógico para H.264

Deverá ser fornecido em gabinete para instalação em rack padrão 19”, um conjunto de codificadores (ou encoders) de vídeo analógico para H.264 para integração de 30 câmeras do sistema. Cada codificador deverá possuir as seguintes características mínimas:

- Dual-stream de alta performance, com entrada única de vídeo com a característica de converter o sinal de vídeo analógico para digital, utilizando dois streams H.264;
- Cada stream deverá ser capaz de processar até 30 imagens por segundo de alta qualidade e deverá utilizar a tecnologia de movimento adaptável, desentrelaçado para eliminar tremores nas imagens 4CIF.
- Deverá incorporar tecnologia de otimização, de modo a selecionar a melhor resolução e velocidade de imagem a ser mostrada nos componentes de visualização do sistema (estação de trabalho e decoders) sem afetar a resolução e a velocidade da gravação;
- Deverá prover, no mínimo, duas entradas de alarme com possibilidade de supervisão, além de uma entrada e saída de áudio;
- Possuir arquitetura aberta via API;
- Utilizar compressão H.264 e MPEG4;
- Resolução até 4CIF (704x480);
- Velocidade de 30 imagens por segundo;
- Dois streams independentes e configuráveis;
- Quatro entradas de Vídeo NTSC;
- Conectores de vídeo BNC, 75 ohms, 1Vpp;
- Permissão do controle PTZ via protocolos RS-422 e up-the-coax;
- Suportar os seguintes protocolos: CP/IP, UDP/IP (Unicast, Multicast IGMP), UPnP, DNS, DHCP, RTP, RTSP, NTP, IPv4, SNMP, QoS, HTTP, HTTPS, LDAP (client), SSH, SSL, SMTP, FTP, and MDNS (Bonjour®);
- Entrada e saída de Alarme;
- Duas portas Ethernet RJ-45 (1000Base-T);
- Acompanhar rack Sub-Bastidor 19” com 12 slots.

Monitores LCD de 42”

Este equipamento deverá possuir as seguintes características técnicas mínimas:

- Tela LCD 42”;

- Formato da Imagem widescreen
- Resolução 1366 x 768 (WXGA)
- Conexão HDMI/DVI IN (1/2), AV, Component IN, RGB IN (PC), Audio IN, (RGB/DVI), RS232 IN (Control), USB IN (Usado para atualização de software - Somente Service) e Antenna IN;
- Contraste 60.000:1;
- Brilho 500 mcd / m2;
- Tempo de resposta 5 ms;
- Cores 16.7 milhões;
- Ângulo de Visão 170 º;
- Altura 815 mm;
- Largura 1230 mm
- Profundidade 200 mm;
- Seleção de voltagem automática (110/220V);
- Consumo 400 W.

15.5. Sistema de Rádio

Para o VLT de Goiânia se prevê a implantação de sistema de Radio Troncalizado Terrestre – TETRA, para a comunicação terra / veículo.

Para garantir a cobertura do sistema de radiocomunicação em 100% do percurso do VLT deverão ser instaladas estações base (EBS), em locais a serem definidos por estudo de cobertura a ser realizado pelo fornecedor dos equipamentos, e uma estação de comando central (ECS) a ser instalada no CCO.

Poderá ser prevista uma interface para conexão com o Sistema de Telefonia IP.

Os sinais de rádio deverão trafegar em frequências compatíveis com os serviços a que se destinam, devendo ser o fornecedor do sistema o responsável pela elaboração/aprovação do projeto junto a Anatel para a definição da canalização a ser utilizada.

15.5.1. Infraestrutura

Se prevê a implantação de um sistema de radiocomunicação digital – TETRA, para a comunicação de voz entre os operadores do CCO

e os condutores dos VLT, para a comunicação de dados do Sistema de Apoio a Operação – SAO e SIU, de forma a permitir a transmissão dos dados de localização dos VLT ao CCO e a transmissão de mensagens de voz ao sistema de áudio dos veículos e de mensagens aos displays (painéis embarcados), para a comunicação via rádio dos operadores do CCO com equipes de manutenção e operação e para a comunicação por rádio entre as equipes.

No CCO e no pátio de manutenção deverão ser instalados consoles para a operação do sistema.

A comunicação entre as estações base (EBS) e a estação central do sistema (ECS) se dará através da rede multimídia do Sistema de Transmissão Óptico – STO.

O Sistema de Rádio deverá garantir os seguintes tipos de comunicações:

- Transmissão de dados entre o CCO e os VLT (Sistema SAO / SIU);
- Comunicação de voz por rádio, entre os operadores do CCO e os condutores do VLT;
- Comunicação de voz por rádio entre os operadores do CCO e os terminais móveis colocados à disposição das equipes de operação e manutenção;
- Comunicação de voz por rádio entre os operadores do CCO e os veículos de serviços.

O Sistema de Rádio será especialmente projetado para atender as funções de localização dos veículos, regulação de horários e informação aos passageiros.

O Sistema de Rádio deverá operar 100% da sua estrutura interna sobre tecnologia Ethernet/IP.

Serão mantidos os registros gravados de todas as comunicações do Sistema de Rádio emitidas ou recebidas a partir do CCO. O sistema de gravação contará com capacidade para armazenamento das informações por um período mínimo de 30 (trinta) dias de operação.

Requisitos Funcionais:

- Desenho orientado e direcionamento IP.
- Largura de banda reduzida (25 kHz).
- Codificação de canais para prevenir interferências indesejáveis.

- Rapidez no estabelecimento de chamada.
- Chamadas duplex e semi-duplex.
- Chamadas individuais e em grupo.
- Transmissão de pacotes de dados em alta velocidade.
- Conexão direta com a rede multimídia quando esta se encontre acessível.

Principais funções disponíveis nos terminais embarcados dos VLT:

- Recebimento das chamadas dos agentes de operação do CCO;
- Emissão de chamadas ao CCO;
- Transmissão de dados do SAO e do SIU;
- Escuta discreta;
- Avisos aos passageiros.

Os equipamentos transceptores embarcados dos veículos de serviço e terminais portáteis asseguram as seguintes funções:

- Recebimento de chamadas dos agentes de operação do CCO;
- Emissão de chamadas para o CCO;
- Emissão de chamadas de portátil para portátil.

15.5.2. Cobertura e desempenho

O Sistema de Rádio deverá cobrir todo o conjunto da linha do VLT. Para tanto um estudo de campo deverá validar a cobertura de toda a linha, incluindo análise especifica para a zona em túnel e do pátio de estacionamento.

O Sistema de Rádio deverá assegurar a transmissão de dados entre o CCO e os VLT, considerando a criticidade das informações para a supervisão e a regulação do tráfego.

Deverão ser instaladas tantas antenas quantas forem necessárias para que se consiga a cobertura ideal exigida para o desempenho do SAE-IV e pelas comunicações de voz (bidirecionais).

Caso, durante o projeto, seja verificada a necessidade inevitável de uso da cobertura de edifícios ao longo da Avenida Anhanguera, para instalação de antenas do sistema Tetra, o Poder Concedente viabilizará a instalação daqueles equipamentos em prédios públicos ali existentes. Tal necessidade deverá ser apresentada através de

estudos, projetos e memoriais, de forma a comprová-la tecnicamente.

15.5.3. Estações Base

As Estações Base (Estações Fixas do Sistema TETRA) deverão ser fornecidas na quantidade definida pelo estudo de cobertura e programadas para operação nas frequências definidas pela Anatel.

As Estações Base serão compostas basicamente dos seguintes elementos:

- Sistema Irradiante;
- Transmissores;
- Interface para conexão Ethernet;
- Modulo de Supervisão e Controle;
- Sistema de Alimentação Elétrica;
- Bastidor.

15.5.4. Terminais TETRA

O equipamento deverá dispor de tecla de emergência, facilmente acessível, para a realização de chamadas de emergência e deverá permitir a realização de chamadas privadas, em grupo e chamadas telefônicas, quando o aparelho estiver habilitado para este fim.

Os equipamentos deverão ser fornecidos completos, com microfone e autofalante e bateria e carregador, no caso de terminais portáteis.

Características gerais:

- Numero de portadoras = 2
- Formato de acesso = TDMA / TDD / FDD
- Controle de potência em passos de 5 dB desde 15 dBm até 45 dBm
- Potência de terminal móvel = 10 W
- Potência de terminal portátil = até 3 W
- Mínimo de quatro (04) canais de operação

15.6. SAO e SIU

A regulação da operação do Sistema VLT é assegurada pelo SAO (Sistema de Apoio à Operação).

O SAO será composto por postos de operação localizados no CCO, servidores instalados nas salas técnicas das estações e um conjunto de equipamentos embarcados nos VLT.

Principais funções do SAO:

- Supervisionar a operação da linha de VLT, pela localização e acompanhamento do deslocamento dos veículos (VLT);

- Regular o deslocamento dos VLT, pela troca de informações e diálogos entre os operadores do CCO e os condutores.

A regulação dos intervalos de veículos (headways) será realizada por software através da gestão das informações geradas a partir do sistema de localização embarcado nos VLT.

As informações de posicionamento geradas nos VLT serão transmitidas ao CCO via Rádio TETRA, que fará o tratamento dos dados pelo software SAO para a obtenção dos dados operacionais de velocidade e tempo de parada em estações. As informações geradas pelo SAO serão retransmitidas de volta aos VLT para a regulação do headway.

Principais Recursos Necessários ao SAO:

Localização do VLT	O sistema permite ao CCO o conhecimento da posição dos VLT. Além do registro de eventos pontuais (abertura de portas, estado operacional de cada composição), a localização é feita a cada 20 segundos.
Acompanhamento da marcha dos veículos	A posição dos veículos é apresentada ao CCO na forma gráfica sobre as telas das consoles de operação. Conhecendo a posição dos veículos e os horários que deve assegurar, o sistema calcula o desvio entre a marcha programada e a marcha real dos veículos e informa aos condutores e os reguladores sobre os desvios constatados.
Auxilio à gestão dos turnos de trabalho dos condutores e da utilização de cada VLT.	A utilização dos VLT e os turnos dos condutores serão programados através de uma ferramenta de software especifica. O SAO disporá de uma interface que lhe permitirá à obtenção dos resultados necessários a elaboração dessa programação. O SAO fornecerá aos condutores informações que lhes permitam controlar a condução dos VLT, objetivando a regulação da operação. O SAO deve monitorar a execução das atividades programadas e informa aos operadores do CCO eventuais desvios. Uma visão da operação conjunta dos VLT deverá ser apresentada aos operadores do CCO, com as reservas disponíveis para a regulação operacional.
Analise dos dados de operação e emissão de relatórios técnicos e operacionais.	O sistema deverá gerar relatórios gerais e específicos para análise técnica, estatística e analítica da operação. Também deverão ser disponibilizados pelo sistema relatórios de falhas.
Seleção Manual de Rota	Deverá ser possível ao operador do CCO a seleção da rota (via) de entrada e saída da composição em estações onde estiver disponível zona de manobra. Esta função é alternativa a função de Seleção Automática de Rota.

Gestão das Partidas	O SAO deverá fornecer aos condutores informação precisa dos horários de partida das Estações Terminais. A informação deverá ser disponibilizada com exatidão aos condutores dos VLT através de display de fácil visualização, instalado na cabine de comando.
Mensagens de Texto	O sistema deverá permitir aos operadores do CCO a aos condutores dos VLT a emissão de mensagens de texto pré-definidas (como complemento aos serviços de voz).
Sinalização de Emergência	Consiste na emissão de sinalização de emergência gerada automaticamente ou pelo condutor do VLT para o CCO. O SAO deverá apresentar alarme visual e sonoro nas consoles de operação do CCO quando a Sinalização de Emergência for acionada por um dos VLT.

Funções Técnicas do SAO:

Controle Automático de Equipamentos Embarcados	O SAO deverá monitorar e controlar de forma automática e segura a atuação de determinados equipamentos embarcados, a exemplo da iluminação, em função dos dados de localização.
Exibição de Informações Técnicas e Operacionais.	As informações enviadas aos condutores dos VLT serão exibidas no painel da cabine do condutor.
Comunicação Entre Equipamentos.	Os servidores SAO devem garantir a troca de dados entre o CCO, equipamentos embarcados e os equipamentos fixos de via. Serão utilizados para a troca de dados com os VLT os seguintes sistemas: - Rede Multimídia do STO; - Rádio TETRA; - Rede WiFi no pátio de manutenção.
Cronometria	O SAO deverá fornecer os dados de sincronismo horário para regulação dos demais sistemas, através de servidores NTP ou outro sistema que garanta informação síncrona e confiável de data e hora. Esta informação será utilizada para registro nas gravações de vídeo e áudio e exibidas pelo Sistema de Informação ao Usuário – SIU, através de relógios e painéis de estação e veículos.
Alarmes de Falhas e de Manutenção.	O SAO será responsável pela gestão dos alarmes de falhas e de manutenção gerados pelos diversos sistemas embarcados, oferecendo às equipes de manutenção e ao CCO as informações necessárias ao diagnóstico de problemas e possibilitando a agilização de ações de manutenção e restabelecimento das condições operacionais.

Em caso de falhas de Material Rodante, dificuldades de circulação, interrupção de vias ou outras ocorrências que venham a impedir a operação normal do Sistema VLT, caberá ao SAO subsidiar os operadores do CCO na obtenção de dados que possibilitem a manutenção da operação, mesmo em condição degradada.

Em caso de incidente sobre uma linha que venha a inviabilizar total ou parcialmente a sua utilização, caso de avaria em uma seção elétrica, o Sistema de Apoio à Operação deverá possibilitar ao CCO estabelecer uma gestão de

trechos. Esta manobra destina-se a decompor a linha em trechos a serem explorados independentemente, gerindo cada um destes trechos como sendo linhas elementares.

O SAO deverá fornecer informações ao CCO que possibilitem:

- O estabelecimento de um serviço provisório sobre um trecho de linha;
- O ajuste dos horários dos veículos;
- A introdução de um veículo reserva;
- A retirada de serviço de veículo;
- A troca de serviços entre dois veículos;
- A mudança da via em um determinado percurso.

Funções Técnicas do Sistema de Informação ao Usuário (SIU):

- Levar aos usuários, através da rede de sonofletores e dos painéis de estações, informações sobre data e hora, tempo estimado de espera e o destino do próximo VLT, informações de segurança e mensagens de interesse geral;
- Levar aos usuários, através da rede de sonofletores e dos painéis de informação embarcados, informações geradas pelo CCO e pelo condutor de data e hora, tempo estimado de chegada ao destino, próxima estação, informações de segurança e mensagens de interesse geral;
- Fornecer ao condutor informações relativas à velocidade da composição, próxima estação, destino, condições de via, etc.
- Armazenamento dos dados relacionados às comunicações trocadas com o CCO e os VLT.

15.6.1. Componentes do Sistema

No Solo:

- Console de Operação do CCO;
- Balizas de via;
- Pontos de conexão instalados no Pátio de Manutenção para a conexão com os sistemas embarcados;

- Painéis de Plataforma;
- Sonofletores;
- Painéis de Terminais de Integração.

Embarcados (inclui equipamento de rádio descrito no capítulo RÁDIO):

- Terminal para conexão com o Pátio de Manutenção (um terminal em cada cabine);
- Unidade central SAO-SIU;
- Painéis Embarcados;
- Leitor de balizas;
- Unidade GPS;
- Antena WiFi.

Associado ao SAO caberá ao SIU (Sistema de Informação de Usuário) fornecer em tempo real, através do Sistema de Sonorização e de Painéis Eletrônicos de Informações de estações e embarcados:

- Informações sobre o estado do serviço do VLT;
- O tempo estimado de espera pelo transporte;
- Informações sobre o estado do serviço dos terminais integrados;
- Informação horária através de relógio padrão para referência dos demais sistemas;
- Mensagens diversas.

A supervisão da operação e da informação aos passageiros será gerada a partir do CCO.

15.7. SISTEMAS DE INFORMAÇÕES AOS USUÁRIOS

Sonorização

Será realizado estudo acústico dos ambientes a serem sonorizados para garantir que todas as mensagens de áudio emitidas pelo Sistema de Sonorização sejam difundidas adequadamente aos usuários do VLT.

O sistema será composto por rede de sonofletores, microfones, amplificadores e consoles de operação e gravação, instalados nos edifícios do sistema VLT.

A partir de console operacional instalada no CCO será possível controlar, por programas operacionais, todas as funções do Sistema de Sonorização e a visualização de falhas.

A transmissão das informações geradas a partir do CCO (console de operação) para as Salas Técnicas (bastidores de sonorização) dos edifícios do Sistema VLT se dará através do Sistema de Transmissão Óptica – STO. E a conexão com os veículos (VLT) será feita pelo Sistema de Rádio TETRA, integrando o SAO/SIU.

O Sistema de Sonorização deverá atender as exigências de inteligibilidade e disponibilidade dispostas nas normas internacionais de segurança de transporte e evacuação de locais públicos NFPA 130 e NFPA 101, em consonância com as normas técnicas brasileiras NRs da ABNT.

O sistema de sonorização permitirá:

- A gravação de mensagens para transmissão posterior (pré-gravadas);
- Que os agentes do CCO transmitam mensagens aos usuários (instantâneas ou pré-gravadas);
- A programação do nível de modulação sonora em função dos horários operacionais e períodos dia / noite;
- Programar a difusão de mensagens pré-gravadas bem como a frequência de emissão dessas mensagens.

O Sistema de Sonorização deverá ser constituído basicamente dos seguintes equipamentos:

- Rede de sonofletores em estações;
- Rede de sonofletores em Terminais de Integração;
- Rede de sonofletores no Pátio de Manutenção;
- Console de Operação do CCO;
- Bastidores de equipamentos nos edifícios, compostos de:

- Matriz de Áudio;
- Equalizadores;
- Pré-amplificadores;
- Amplificadores;
- Amplificador Reserva;

- Módulos de Controle.

Serão instalados no mínimo:

- 48 cornetas de sonorização distribuídas nas 12 estações tipo;
- 124 cornetas de sonorização e 16 caixas acústicas distribuídas nos 5 terminais de integração.

Multimídia

Serão instalados no mínimo:

- 4 displays de LED por plataforma nas 12 (doze) estações tipo;
- 123 monitores de LCD e 56 displays de LED distribuídos nos 5 (cinco) terminais de integração.

15.8. Centro de Controle Operacional - CCO

O CCO será instalado em edifício próprio situado no Pátio de Manutenção de Novo Mundo, no qual estará disponível um local técnico, de no mínimo 20 m² de área, para a instalação de equipamentos e dos servidores dos diversos sistemas eletrônicos do Sistema VLT.

O layout da sala de operação do CCO e características do mobiliário deverão levar em consideração a ergonomia necessária às condições de trabalho – NR17.

No CCO serão instalados:

- Posto de trabalho para o Supervisor do CCO (SAO);
- Postos de trabalho para os Operadores do CCO (SAO-SIU, RADIO);
- Posto de trabalho de Comunicação (Sonorização, SIU, CFTV, RADIO);
- Posto de trabalho de Manutenção (SCADA);
- Vídeo Wall;
- Impressoras.

Serão instaladas consoles para a operação dos seguintes sistemas:

- SAO-SIU;

- Rádio TETRA;
- CFTV;
- Sonorização;
- SCADA.

O posto de trabalho de Comunicação operará consoles dos seguintes sistemas:

- Sonorização;
- SIU;
- Rádio;
- CFTV.

O posto de trabalho de Manutenção fará a operação do sistema:

- SCADA.

15.9. SCADA

O sistema de gestão centralizada (SCADA) fará a supervisão, em tempo real, do conjunto de equipamentos dos seguintes sistemas:

- Energia de baixa tensão;
- Iluminação das estações;
- Climatização;
- Detecção e Alarme de incêndio;
- Segurança Eletrônica;
- Controle de Acesso;
- Bilhetagem;
- CFTV;
- Radiocomunicação;
- Telefonia;
- Sonorização;

- SAO-SIU.

O sistema SCADA fará também a supervisão e controle dos Sistemas Elétricos de Tração, Rede Aérea e Subestações, a partir do CCO.

O SCADA deverá possuir recursos para informar ao CCO sobre o estado dos sistemas elétricos, permitindo a operação e manobra remota (a partir do CCO), em caso de necessidade, de equipamentos instalados em todos os locais do Sistema VLT assistidos pelo STO e Rádio TETRA.

O Sistema SCADA informará ao CCO, através do Posto de Trabalho de Manutenção, informações sobre o estado da catenária, das subestações e da distribuição de energia permanente e de emergência.

Também serão instalados equipamentos que permitirão a supervisão e o controle de equipamentos ligados à sinalização de manobra dos VLT.

A operação local dos equipamentos dos diversos sistemas deverá inibir a operação centralizada no CCO, mas as informações do estado operacional deverão ser preservadas para visualização pelo operador da Console de Manutenção.

O Sistema SCADA deverá comandar os seguintes equipamentos a partir do posto de trabalho do CCO:

- Disjuntores de alta tensão;
- Seccionadoras de alta tensão;
- Disjuntores de média tensão;
- Seccionadoras de isolamento de grupo retificador;
- Disjuntores de distribuição da energia de tração; AMV´s.

Terão o status operacional supervisionados pelo SCADA os seguintes equipamentos, além daqueles telecomandados:

- Disjuntores e seccionadoras de alta tensão e média tensão;
- Transformadores e retificadores;
- Seccionadoras de isolamento;
- Seccionadoras e os disjuntores de distribuição da energia de tração;
- AMV´s;
- Disjuntores de baixa tensão;
- Comandos de iluminação;

- Equipamentos eletromecânicos;
- Alarmes de controle de acesso e segurança eletrônica;
- Alarmes de incêndio;
- Alarmes de falhas de equipamentos (bombas, climatização, etc.);
- Elevadores e escadas rolantes.

O Sistema SCADA deverá auxiliar na gestão da manutenção dos sistemas elétricos e eletrônicos e, para tanto, deverá gerar relatórios estatísticos e analíticos da operação dos sistemas por ele monitorados, além de relatórios de falhas e intervenções realizadas nos equipamentos.

15.9.1. Gestão de Alarmes

A gestão de alarmes tem por objetivo permitir aos operadores do CCO o conhecimento permanente do estado operacional dos equipamentos que compõem os diversos sistemas elétricos e eletrônicos monitorados pelo sistema SCADA.

Através dos alarmes de falhas gerados pelo sistema SCADA os operadores do CCO poderão executar ações preventivas e corretivas que possibilitem a manutenção da qualidade e confiabilidade da operação, além de manter as equipes de manutenção informadas sobre as necessidades de manutenção.

15.9.2. Supervisão dos equipamentos de sinalização de manobra

O sistema SCADA deverá ser capaz de fazer a gestão dos equipamentos de sinalização de manobra, colocando a disposição do CCO informações sobre:

- A disponibilidade dos equipamentos;
- O controle dos itinerários.

15.9.3. Interface Homem-máquina – IHM

Havendo a necessidade de operação remota de equipamento pelo CCO, está será comandada a partir de console de operação do sistema SCADA.

A informação visual disponibilizada ao operador pelo sistema deverá considerar o seguinte:

- Energia.

- Linha completa;
- Por setor geográfico;
- Por setor elétrico;
- Por subestações, estações e locação de equipamentos.

Sinalização de manobra.

- Zonas sinalizadas.

Outros equipamentos fixos.

- Comando unitário.

15.10. Sistema de Sinalização

O Sistema de Sinalização e Controle será desenvolvido com equipamentos de última geração tecnológica e permitirá a comunicação contínua entre os equipamentos de controle embarcados no veículo e os equipamentos fixos de via e pátio, além de conectar-se ao Sistema de Controle Centralizado.

O Sistema de Sinalização será desenhado de forma a obter o máximo desempenho possível dentro das condições da via permanente e do material rodante. O Sistema de Sinalização deverá desenvolver recursos para garantir prioridade à passagem dos VLT em cruzamentos de via, sempre que possível.

Para viabilizar a priorização de passagem dos VLT sobre o tráfego de automóveis deverá ser instalado um sistema de Sinalização Semafórica.

Cada cruzamento deverá ser equipado com sinalização semafórica, em conformidade com a legislação de tráfego brasileira e do município de Goiânia – GO, que receberá do Sistema de Sinalização do VLT o comando para início do ciclo de contagem para fechamento dos semáforos rodoviários para passagem dos veículos (VLT) pelo cruzamento.

Para estabelecer o sistema de prioridade absoluta para os VLT, deverão ser implantados sensores (captores) na via férrea, nas proximidades dos cruzamentos. Esses sensores, que recebem informação codificada emitida permanentemente pelas composições dos VLT, interagem com o sistema de sinalização semafórica dando-lhe passagem, desde que confirmada à desobstrução do cruzamento.

É prevista a instalação dos seguintes equipamentos nos cruzamentos de vias públicas com a linha do VLT:

- Semáforos destinados à orientação de passagem de veículos particulares, coletivos e de carga;

- Semáforos de pedestres;
- Semáforos ferroviários para controle de passagem dos VLT;
- Gabinete de controle dos semáforos;
- Feixes de sensores embutidos na plataforma da via para a detecção da aproximação, ao cruzamento, de VLT.

Nos VLT deverão ser instalados equipamentos embarcados que terão a função de requerer à distância o seu pedido de prioridade.

Nota: O condutor do VLT deverá certificar-se da desobstrução do trecho antes de avançar sobre o cruzamento.

Devem ser instalados equipamentos nos VLT e nos armários de via que permitam o acionamento manual do sistema, para utilização nos casos de falha na operação automática.

15.10.1. Detecção de VLT

Para a instalação dos detectores na plataforma da via deve ser considerado:

- A velocidade operacional de circulação das composições no trecho;
- As distâncias de frenagem ótimas;
- A distância até os semáforos do VLT;
- A localização das estações.

Os detectores implantados na via férrea são ligados a receptores específicos colocados nos armários de via que controlam a sinalização rodoviária. Estes receptores permitem reconhecer uma composição a partir de dois emissores que o VLT transporta à frente e atrás.

Um emissor de sinais codificados instalado à frente do VLT representa (de forma teórica) a posição do condutor, a emissor traseiro representa o final da composição.

15.10.2. Equipamentos da rodovia

Os equipamentos controladores utilizados pelo Sistema de Sinalização do VLT deverão ser compatíveis com os equipamentos de sinalização semafórica existentes na cidade de Goiânia.

15.10.3. Sinalização de Manobra do VLT

Para as zonas de manobras deverá ser instalado sistema com intertravamentos, com a utilização de módulos nas vias, com o objetivo de garantir que as agulhas de um aparelho de mudança de via não mudem de posição até que o VLT atravesse totalmente a região de manobra, liberando do aparelho de via respectivo.

Durante a operação, cada VLT deve ser detectado sobre uma porção de via na condição de manobra. Antes de autorizar o avanço do VLT sobre um aparelho de mudança de via o sistema de Sinalização deve garantir que:

- A zona de manobra esteja livre de outro veículo;
- As agulhas estejam corretamente posicionadas e com correspondência;
- A manobra de mudança de itinerário seja possível;
- Haja a confirmação de sucesso no comando do motor do equipamento de mudança de via (máquina de chave);
- As indicações visuais dadas ao condutor estejam corretas.

Princípios Operacionais

Os aparelhos de via a serem fornecidos deverão ser operados das seguintes maneiras:

- Automaticamente, por telecomando a partir do CCO;
- Por telecomando do condutor a partir da cabine do VLT, no caso de avaria do telecomando do CCO;
- No local por um agente ou por um condutor, a partir de um armário de via.

Todos os acontecimentos relativos aos comandos, manobras e falhas deverão seguir procedimentos operacionais e registrados no sistema central.

Operação de Manobras no Pátio

As manobras no pátio de manutenção e estacionamento deverão ser telecomandadas a partir do CCO.

Para o pátio estão previstas dois tipos de zona de manobra:

- Não sinalizada, nas oficinas;

- Sinalizada, nas vias de estacionamento dos VLT.

Acesso ao Pátio.

O acesso ao Pátio de Manutenção e de estacionamento dos VLT será controlado pelos portões de acesso.

O controle de abertura e fechamento dos portões se dará através de telecomando do CCO.

Supervisão da Sinalização de Manobra.

Arquitetura

Para o controle do tráfego do VLT deverão ser instaladas no CCO 02 (duas) estações de trabalho. Cada estação de trabalho deverá ser equipada com uma tela grande (mínimo 20 polegadas), um teclado e um mouse.

Através do cabo óptico do STO cada uma destas estações de trabalho estará conectada com os equipamentos de intertravamentos instalados em locais técnicos dos edifícios do Sistema VLT.

As duas estações de trabalho deverão trabalhar em hot standby, ou seja, enquanto uma opera como principal a outra se comporta como estação reserva.

A estação de trabalho Principal será instalada no local dedicado à operação do VLT. Enquanto a estação Reserva será instalada em local alternativo para operação em caso de falha da Principal ou em situação de contingência.

O sistema deverá prever recursos para operação degradada ou em situação de contingência através de terminais portáteis conectados à rede multimídia (STO), que poderão ser operados a partir de outros pontos do Sistema VLT, em locais a serem definidos.

Uma imagem, com todos os elementos gráficos necessários a representar o Plano de Via, deve ser disponibilizada pelo Sistema de Sinalização para exibição nas telas das consoles de operação e no vídeo wall do CCO.

Deverá ser possível visualizar em tela todos os comandos executados pelos controladores do CCO.

As imagens geradas pelo sistema também deverão registrar as falhas de equipamentos e o status da sinalização semafórica.

Zonas ativas, atribuídas aos elementos ou aos objetos representados em tela, deverão permitir a interação do operador do CCO com o sistema através do mouse e teclado.

Análise de Segurança

Para a liberação do Sistema VLT para a operação a Concessionária deverá apresentar Estudo de Análise de Segurança para os sistemas vitais.

15.11. Sistema de Alimentação elétrica Auxiliar – UPS

Para a alimentação elétrica auxiliar dos equipamentos dos sistemas de telecomunicações e sinalização deverão ser fornecidos sistemas de alimentação elétrica ininterrupta – UPS.

Os equipamentos UPS deverão ser instalados nas salas técnicas das estações, sala técnica do CCO e sala técnica do Pátio de Manutenções.

Para o dimensionamento dos equipamentos deverão ser considerados os seguintes critérios:

- Autonomia de 2 horas, em caso de falta de energia elétrica da concessionária;
- Atendimento de todas as cargas dos sistemas de telecomunicações e sinalização;
- Reserva técnica de 30% da capacidade do sistema para suprir futuras expansões;
- Banco de Baterias formado por elementos selados, sem manutenção.

Características Elétricas:

- Potência mínima de 6 kW**;**
- Tensão de saída compatível com os padrões da cidade de Goiânia - GO;
- Fator de potência maior ou igual a 0,90, indutivo, nas condições normais de operação e maior ou igual a 0,85 para sobrecargas de 10% na saída;
- Rendimento igual ou melhor que 90%;
- Chave estática e by-pass da unidade para conexão direta da carga à alimentação primária;

- Monitoração local e remota das tensões e correntes das baterias, tensão e corrente do retificador, tensão e corrente de entrada e saída;
- Monitoração local e remota de alarmes de falhas e histórico de eventos;
- Circuitos para proteção de semicondutores contra transitórios;
- Proteção contra curto-circuito e sobrecarga de saída;
- Proteção contra falta de fase na alimentação a.c.;
- Proteção contra sobretensão e subtensão de entrada;
- Baterias Estacionárias seladas.

15.12. Portas de Plataforma

Todas as plataformas ferroviárias, exceto as dos terminais de Novo Mundo, Padre Pelágio, Praça A e Praça da Bíblia, serão isoladas em relação à via por meio de um sistema de portas deslizantes ao longo de toda a sua extensão, impedindo a passagem de pessoas quando o veículo não estiver totalmente alinhado e parado na plataforma.

Deverão ser instalados, obrigatoriamente:

- 24 conjuntos de porta de plataforma distribuídos nas 12 estações tipo;
- 02 conjuntos de portas de plataforma distribuídos no Terminal Dergo.

O sistema será composto basicamente de portas deslizantes e painéis fixos, mecanismos de acionamento e controle, bem como de quadros de alimentação.

As portas deverão ser em número, dimensões e posicionamento tal que correspondam exatamente às portas laterais do veículo. A abertura e o fechamento acontecerão nos modos automático e manual. Na condição manual, a abertura individual das portas poderá ser feita por comando anti pânico.

As portas não permitirão a presença de pessoas entre os painéis do sistema e o veículo.

O comando anti pânico será obedecido desde que o veículo esteja totalmente alinhado e parado na plataforma.

Serão deslizantes, com altura mínima de 1.200 mm e formadas por 02 (duas) folhas de vidro laminado, de segurança e com no mínimo de 6 mm de

espessura. Os painéis fixos também serão em vidro laminado, de segurança e na mesma espessura dos utilizados nos painéis móveis.

A estrutura de sustentação deverá ser robusta e abrigará também o acionamento. Será feita em aço inox AISI 304, resistente a choques, vibrações, elementos ácidos e alcalinos.

O sistema deverá apresentar grau de proteção IP 54.

Devem ser adotadas todas as medidas previstas nas normas pertinentes, para proteção contra eletrocussão e esmagamento.

O Sistema de Portas de Plataforma deve possuir os índices de confiabilidade e disponibilidade de forma a serem compatíveis com os índices dos demais sistemas com os quais interage, de modo a não influir negativamente no desempenho operacional dos VLT. Também deve possuir um sistema de monitoração e de diagnostico adequado para indicar e manter registradas as condições de falha do sistema, a fim de agilizar os trabalhos de manutenção.

15.12.1. SEGURANÇA

Normas aplicáveis

- EN 50128
- EN 50126-1
- EN 50129
- CEI 61508

Funcional

O sistema de portas de plataforma terá, obrigatoriamente, um elevado nível de segurança: SIL 3.

Todas as instalações do sistema suportarão as cargas especificadas de projeto, pelo que serão duráveis e resistentes aos impactos, requerendo níveis mínimos de manutenção.

Abertura / fechamento de porta

As portas abrem ou fecham somente quando autorizadas ou solicitadas, ou seja, quando o sistema de detecção envia informações (veículo devidamente parado na estação) para o sistema de portas de plataforma e quando o comando de autorizar a abertura de portas do veículo é enviado. Esta função é SIL 3.

Função porta fechada / travada

O sistema de portas de plataforma monitora o estado fechado e bloqueado das portas. Esta é uma condição para permitir o acesso dos veículos à estação ou para autorizara sua partida. Esta função é SIL 3.

Autorização para acesso e saída

A função é cumprida através de um mostrador (display) nas extremidades da estação. O tratamento / processo da informação das portas fechadas / trancadas é SIL 3.

16. MATERIAL RODANTE

O objetivo deste capítulo é definir as principais características do material rodante para o projeto de Goiânia.

O material rodante deverá assegurar o transporte de pessoas, inclusive as com mobilidade reduzida, sem distinção de idade ou tamanho.

16.1. Características Principais da Rede

Os veículos VLT operarão em vias semi segregadas, compartilhadas nos cruzamentos com veículos rodoviários em geral. Os veículos servirão estações e terminais, com plataformas de comprimento mínimo de 60 m e altura de 30 cm acima do topo do boleto dos trilhos de rolamento. A distância média entre estações/terminais será da ordem 800 metros.

O sistema VLT prevê a utilização de alimentação elétrica via rede aérea de tração, em 750 Vcc.

Os veículos deverão ser fornecidos para serem utilizados em via permanente com as seguintes características:

- bitola: 1.435 mm;
- raio mínimo de curvas horizontais em vias principais: 50 m;
- raio mínimo de curvas horizontais em vias secundárias: 25 m;
- rampas máximas: 7%;
- Velocidade máxima de projeto: 70 km/h;

- Velocidade máxima operacional em linha principal: 60 km/h;
- Velocidade máxima no pátio: 15 km/h.

16.1.1. Alimentação elétrica do sistema:

A tensão nominal da alimentação elétrica dos veículos será de 750 Vcc, a ser fornecida por subestações de tração, implantadas ao longo da via, espaçadas de forma a manter o perfil de tensão em seus valores especificados.

16.1.2. Regime de serviço

A rede do VLT operará continuamente 19 (dezenove) horas por dia, 7 (sete) dias por semana.

16.1.3. Condições ambientais

Os veículos circularão e ficarão estacionados a céu aberto. Os níveis médios diários de temperatura e umidade serão aqueles que acontecem na cidade de Goiânia.

16.2. Arquitetura Geral

O material rodante terá cabine de condução separada do compartimento de passageiros por uma divisória amplamente envidraçada.

O comprimento de uma unidade simples e a largura do carro do veículo deverão ser compatíveis com a inserção urbana e os requisitos de operação.

Os veículos deverão ser equipados de forma a permitir o acoplamento entre eles.

O projeto deverá ser feito com veículos constituídos por um conjunto de módulos articulados, que acoplados terão aproximadamente 32 m. Os veículos trabalharão em UM2 (unidade múltipla com 2 veículos) de 2,65m de largura, com piso baixo integral ou parcial.

As composições deverão ser projetadas para satisfazer:

- Características geométricas da linha;
- Condições meteorológicas específicas de Goiânia:

- Velocidades máximas autorizadas sobre a linha;
- Exigências de circulação urbana, travessias, cruzamentos, solicitações (comuns ou excepcionais) dos equipamentos de tração e de frenagem;
- Circulação em túnel;
- Circulação em UM2 (dois veículos acoplados).

16.3. Design

Cuidado especial deve ser dedicado à imagem apresentada pelo material rodante, à sua integração no meio ambiente percorrido, às suas funcionalidades bem como, a tudo o que pode contribuir para assegurar sua aceitação e sucesso.

16.4. Capacidade Unitária de Transporte

A capacidade mínima do veículo deverá ser de 300 passageiros, com taxa de ocupação de 6 passageiros em pé/m², sendo, pelo menos, 40 passageiros sentados e espaço para 2 passageiros em cadeiras de rodas, considerando o peso médio dos passageiros igual a 70 kg, com carga por eixo máxima de 12,5 toneladas.

16.5. Arranjo Interno do Veículo

O diagrama interno deverá levar em conta a necessidade de circulação dos passageiros e sem perder de vista o objetivo de minimizar os tempos de sobe e desce nas estações.

Os passageiros que tiveram acesso ao veículo, salvo no caso específico dos usuários de cadeiras de rodas, podem se deslocar dentro dos compartimentos ou entre estes, sem encontrar obstáculos fixos constituídos por componentes do veículo e por passageiros instalados sentados nos assentos dobráveis perto dos pontos de acesso. Tal resultado será alcançado respeitando-se as prescrições como:

- Limitação do número de variações de altura de piso accessível aos passageiros, sobre o comprimento total do veículo;
- Organização de zonas de acúmulo dos passageiros perto dos pontos de acesso;

- Visibilidade dos obstáculos, incluindo as mudanças de nível sob todas as condições de iluminação (natural, artificial e de emergência);
- Possibilidade para todo passageiro de se segurar com no mínimo uma mão em qualquer ponto das zonas de circulação, qualquer que seja a taxa de ocupação;
- Ausência de portas de intercomunicação;
- Dimensionamento das passagens nas intercomunicações com um mínimo de 50% da largura total da caixa.

A disposição dos assentos dobráveis nas plataformas de passageiros não deverá limitar o acesso ao veículo e induzirá as pessoas que os utilizam a se levantar nas horas de maior movimento.

Espaços suficientemente amplos deverão ser previstos, perto das portas de acesso aos passageiros de mobilidade reduzida, para que os usuários de cadeiras de rodas possam ali estacionar e circular facilmente. Nenhum declive será admitido nesses espaços dedicados.

São previstos no mínimo dois espaços por veículo para os usuários em cadeira de rodas. As portas que permitem o acesso aos espaços dedicados aos PMR deverão estar identificadas.

As soluções com 3 lugares de frente, lado a lado, posicionados na direção do deslocamento do veículo, serão aceitas.

O design deverá impedir que uma pessoa deite-se sobre uma fileira de assentos.

Os assentos deverão ter, na parte alta, do lado corredor, suportes de pega-mãos.

Os apoios e suportes presentes no veículo oferecerão a todo passageiro, qualquer que seja sua altura, deficiência física e posição no veículo, a possibilidade de se agarrar com toda segurança com pelo menos uma mão, em qualquer ponto das zonas de circulação e de acúmulo de passageiros, independentemente da taxa de ocupação do veículo.

Os apoios e suportes não deverão atrapalhar o deslocamento ou o acesso ao veículo.

Sua posição não deverá prender nenhum dos passageiros, em caso de movimento imprevisto do veículo. Suas formas não deverão oferecer riscos de acidentes.

Os espaços acessíveis às cadeiras de rodas deverão incluir um apoio traseiro, qualquer que seja o sentido do movimento do veículo.

16.6. Energia

A captação de energia se dará em 750Vcc, através do contato pantógrafo / rede aérea de tração.

Os dispositivos de retorno da corrente elétrica e de ligação à terra do material rodante deverão ser projetados para assegurar a proteção das pessoas.

Todos os veículos serão providos de um pantógrafo adequado à operação em rede aérea de tração.

O pantógrafo será instalado sobre a cobertura do carro, em suportes metálicos, através de isoladores, na linha de centro transversal de um dos truques.

O pantógrafo manterá uma pressão de contato constante e ajustável com a rede aérea, em qualquer condição de velocidade em toda sua região e altura de trabalho. Seu curso será adequado para atender a variação de altura do fio de contato, estabelecida entre 3.750 mm a 6.500 mm, em relação ao topo do boleto do trilho.

A faixa de trabalho da canoa do pantógrafo em relação ao seu eixo será de no mínimo 250 mm para cada lado, a fim de garantir desgaste uniforme das áreas de contato, que terão superfície de composto de grafite.

O pantógrafo operará corretamente nos dois sentidos até a velocidade de 70 km/h.

16.7. Integração do Veículo com a Linha

O material rodante, seus subsistemas e conjuntos de equipamentos embarcados devem ser dimensionados para satisfazer as condições de operação da linha.

A composição deverá operar em curva mínima de 25m de raio em inscrição livre, e rampas de até 7% em situação nominal ou degradada, em todas as condições de carga. A circulação em curva não deve afetar a estabilidade do veículo, nem submetê-lo a tensões que possam provocar deformações permanentes.

Na fase de projeto, a Concessionária deverá observar nos desenhos do veículo as suas dimensões externas (gabarito estático), e do gabarito dinâmico ocupado pelo veículo para as condições operacionais e projeto da linha do VLT de Goiânia, considerando ainda:

- Folgas e desgastes máximos permitido dos componentes do veículo;
- Desgastes dos trilhos permitidos em norma;
- Deslocamento do eixo da linha tolerado em norma;

- Coeficiente de balanço do veículo para as condições mais desfavoráveis de carga e falhas no sistema de suspensão;

- Tráfego em curvas, nos limites de velocidade, de degradação da via e do Material Rodante.

A Concessionária deverá também na fase de projeto, considerar a condição extrema do gabarito dinâmico para a situação de efeito de ponta e de flecha máximos.

A Concessionária deverá, durante o projeto, considerar no dimensionamento do material rodante, inclusive do sistema de propulsão e do sistema de frenagem, a existência de trechos longos em rampa de 7%.

16.8. Sobe e Desce nas Estações de Passageiros

O sobe e desce de passageiros nos pontos de parada deverá ocorrer no menor espaço de tempo possível, garantindo ao mesmo tempo a segurança e o conforto da transferência.

Este resultado deverá ser alcançado distribuindo-se as portas sobre todo o comprimento da composição e dimensionando-as de forma a que sejam o mais largas possível. Uma redução dos tempos de abertura e de fechamento das portas também deverá ser buscada.

As portas serão automáticas, com duas folhas e largura total que permita a passagem simultânea de dois passageiros em média por porta central, ou seja, um mínimo de 1,3 m. Serão admitidas portas nas extremidades com uma folha apenas, apresentando largura total de abertura de 0,8 m no mínimo. O número de portas por elemento deverá permitir no mínimo uma relação de troca (comprimento útil de passagem das portas / comprimento do espaço de passageiros do veículo) de 20 %.

O tempo de fechamento das portas entre o comando de fechamento e a autorização de saída será de aproximadamente 4 segundos, em conformidade com as normas de segurança.

Deverá ser otimizada a disposição interna dos suportes de pega-mão.

A altura livre mínima das portas não deverá ser inferior1,95 m.

Para os passageiros em cadeiras de rodas e as pessoas com mobilidade reduzida, o vão entre a borda da porta do veículo e a plataforma deverá observar a NBR 14021.

16.9. Função Operação

Os veículos deverão ser equipados de forma a permitir a operação em unidade múltipla. Deverão se acoplar entre si, com limite de dois elementos (UM2), em operação com passageiros.

O desacoplamento deverá ser possível em qualquer ponto da via.

Os tempos para o acoplamento / desacoplamento das composições devem ser o menor possível e correspondem a uma operação regular das composições em unidades múltiplas.

Os veículos acoplados em UM2 poderão circular sem restrições em relação a um elemento em unidade simples (US). Os resultados (aceleração, velocidade e frenagem) da UM2 constituída deverão ser idênticos aos de um elemento em US.

A condução e operação da UM2 constituída deverão ser asseguradas por um único agente.

A frenagem de segurança de todos os veículos em UM2 deverá ser acionada automaticamente quando ocorrer a separação física entre os dois, desde que a ordem de desacoplamento não tenha sido dada pelo piloto. Todas as precauções deverão ser tomadas para que as partes separadas não venham a se chocar.

16.9.1. Reboque e Impulso pela Cauda

As operações de socorro poderão ser executadas qualquer que seja o local, o traçado ou a secção longitudinal da via, inclusive no nível das plataformas de estação.

O dispositivo fixo de acoplamento garantirá o acoplamento entre a composição socorro e a composição a ser socorrida em qualquer situação.

A operação de engate deverá ser realizada sem ferramentas específicas e em menos de cinco minutos apenas pelos dois pilotos ferroviários.

Por motivos de segurança, as funções seguintes deverão ser garantidas no momento em que ocorrer o socorro a um veículo avariado:

- O desbloqueio dos freios do veículo socorrido a partir do veículo socorro. A energia necessária ao desbloqueio dos freios deverá ser fornecida pelo veículo socorro;
- Operação do interfone entre as cabines dos dois veículos;

- A continuidade dos sinais sonoros que permitem a comunicação por meio código em caso de falha do sistema de comunicação por interfone;
- O comando de frenagem de segurança nos dois veículos a partir de todas as cabines do comboio. Em caso de falha deste circuito fechado de segurança, a função poderá ser inibida por pessoa autorizada, para permitir o alívio do freio, ficando, entretanto as demais funções de frenagem asseguradas;
- Sinalização visual externa;
- A alimentação e o comando do sistema de sinalização de bordo do elemento socorrido a partir da cabine dianteira do comboio;
- A alimentação e o comando do acionamento remoto do AMV da cabine dianteira, no caso de impulso pela cauda.

16.10. Informações e Comunicações

16.10.1. Informações Destinadas aos Passageiros

Essas informações têm por objetivo auxiliar os passageiros em seu deslocamento pela rede, e indicar-lhes informações importantes que possam influenciar diretamente no seu deslocamento ou sua segurança.

Todas as informações deverão levar em conta o fato de que o veículo deverá estar capacitado para atender a população alvo, incluindo os usuários com deficiência visual ou auditiva. Mais especificamente, toda informação visual e sonora de caráter excepcional ou especial deverá ser precedida de um sinal visual e sonoro de aviso.

16.10.2. Informações que Auxiliarão o Passageiro a se Deslocar pela Rede

Sua divulgação deverá ser automática e deverá ser assegurada por:

Displays eletrônicos externos frontais e laterais, sendo 1 por face e 2 por lateral do veículo, deverão ser instalados. A tecnologia deverá ser a de geração de caracteres por pontos ou por LEDs. Os displays serão lidos sob todas as condições de iluminação, por uma pessoa

localizada no exterior do veículo, a até 50 m. O ângulo de visão mínimo será de 120 °.

A troca da indicação de destino será manual ou automática.

Avisos sonoros em forma de anúncios gravados obtidos por um dispositivo de síntese de voz deverão indicar no mínimo o destino do veículo e o nome da próxima estação.

O nível sonoro e o número de sonofletores deverão permitir um correto entendimento em qualquer ponto do veículo, evitando ao mesmo tempo um nível sonoro excessivo para os passageiros mais próximos dos aparelhos.

Serão instalados painéis de LED ou monitores TFT no lado interno do carro para apresentação de mensagens operacionais e institucionais. Os painéis/monitores devem ser integrados com os recursos de acessibilidade para pessoas portadoras de necessidades especiais, previstos na Norma NBR 14021.

Mapas de toda linha serão instalados acima de todas as portas dos veículos.

16.10.3. Informações Destinadas a Comunicar uma Ocorrência Específica aos Passageiros

A divulgação deverá ser feita pelo piloto ou pelo CCO.

As informações serão:

- Informações visuais divulgadas nos displays internos (faixas). Elas indicam de forma clara mensagens temporárias, programadas antecipadamente, ou diretamente enviadas pelo regulador do CCO.
- Informações sonoras pré-gravadas destinadas à divulgação de mensagens relacionadas à operação e a segurança dos usuários. Essas mensagens deverão ser sincronizadas com as mensagens de texto exibidas pelos displays internos.

16.10.4. Informações Ligadas à Segurança dos Passageiros

As informações serão:

- Informações visuais que indicarão a posição dos comandos de emergência e/ou de alarme, botões de comando de abertura das portas;

- Informações sonoras emitidas por interfone pelo piloto e/ou o CCO para os passageiros. As mensagens divulgadas deverão ter prioridade sobre o dispositivo de síntese de voz, com prioridade dada às mensagens provenientes do CCO em relação às mensagens do piloto.
- Informações táteis (em Braille) instaladas sobre as portas, que deverão ter por função orientar a mão dos deficientes visuais para o comando de abertura (botões de comando ligeiramente salientes ou parte rugosa sobre o vidro no exterior).

17. SEGURANÇA

17.1. Segurança Ativa

A segurança ativa deverá ser garantida pelas funções e equipamentos seguintes:

- A função de frenagem;
- A função de portas;
- O dispositivo de alarme;
- O dispositivo de evacuação;
- A função de vigilância;
- Os dispositivos de alerta sonoros e luminosos;
- A função de sinalização e iluminação externa do veículo;
- Os dispositivos de monitoramento dos passageiros no interior e do exterior do veículo;
- Os dispositivos que concorrem para a segurança do piloto;
- As funções de circuitos fechados de TV;
- A função de combate ao incêndio;
- A função de iluminação de emergência;
- A função de comunicação.

17.1.1. Função Frenagem

O veículo deverá contar com as seguintes modalidades de frenagem:

- Frenagem de Serviço (FS) - Garante desaceleração de serviço. É assegurada em condições normais pela frenagem elétrica sozinha e pode ser conjugada em baixa velocidade com o freio mecânico para parar o veículo de uma forma precisa e segura.

O nível máximo de frenagem de serviço será garantido pela aplicação conjunta do freio elétrico e o freio mecânico.

- Tempo de resposta deve ser menor ou igual a 0,8 s;
- Desaceleração deve ser maior ou igual a 1,2 m/s², velocidade de frenagem inicial de 70 km/h com carregamento de 6pass/m², com os trilhos secos, em linha reta e em nível;
- Jerk deve ser menor ou igual a 1,2 m/s³.

- Frenagem de emergência (FE) – Será garantida pelos freios mecânicos, freios elétricos e os freios ferroviários eletromagnéticos. No caso de sua utilização, ficam comprometidas as condições de conforto dos passageiros.

- Tempo de resposta deve ser menor ou igual a 0,7 s;
- Desaceleração deve ser maior ou igual a 2,8 m/s², velocidade de frenagem inicial de 70 km/h, com carregamento de 6pass/m², com os trilhos secos, em linha reta e em nível;
- Jerk deve ser o menor possível, observando-se os limites da Norma pertinente.

Mesmo no caso de frenagens consecutivas deverá ser capaz de garantir o mesmo desempenho.

- Frenagem de Segurança (FSeg) – Será garantida pelos freios mecânicos e freios ferroviários eletromagnéticos.

- Tempo de Resposta deve ser menor do que ou igual a 0,7 s;
- Desaceleração Nominal deve ser maior do que ou igual a 1,6 m/s²com velocidade de frenagem inicial de 70 km/h, carregamento de 6pass/m², com os trilhos secos, em linha reta e em nível;
- Desaceleração Garantida deve ser maior ou igual a 1,0 m/s²com velocidade de frenagem inicial de 70 km/h,

carregamento de 6pass/m², com os trilhos secos, em linha reta e em nível.

- Jerk deve ser o menor possível e observar as normas pertinentes.

- Freio de Retenção (FR) – Será assegurado pelo freio mecânico e será controlado automaticamente através do freio de serviço. Garantirá a imobilização do veículo com taxa de ocupação de 8pass/m², quando parar num declive de 7% por pelo menos uma hora, com vento desfavorável de 60 km/h e com todos os freios ativos.

- Freio de Estacionamento (FE) - será do tipo mecânico e garantirá a imobilização do veículo vazio, com vento desfavorável de 60 km/h, por tempo indeterminado com todos os freios de estacionamento ativos, em rampa de até 7%.

17.1.2. Função Portas

Existirão dois modos de operação das portas. Em ambos os casos, a abertura das portas somente será autorizado pelo sistema se a velocidade do veículo for igual ou menor que 3 km/h. Não deverá haver memorização do último lado de abertura selecionado.

Primeiro Modo:

Autorização de comando de abertura pelo condutor do veículo e acionamento pelos passageiros (auto-serviço).

Qualquer porta, do lado autorizado para abertura pelo condutor, poderá ser aberta pelos passageiros, interna ou externamente ao veículo, pela ativação do botão de abertura localizado nas portas.

Deverá existir uma sinalização luminosa nos botões de acionamento de porta para indicar que a autorização para suas aberturas foi dada.

O condutor poderá anular a autorização para as aberturas das portas.

O fechamento das portas comandadas pelos passageiros ocorrerá automaticamente após um tempo predeterminado. O condutor, ao término do tempo de parada na estação, deverá comandar o fechamento de todas as portas. Mensagens sonoras pré-gravadas e luminosas indicarão a iminência do fechamento das portas.

No caso de detecção de obstáculos durante o fechamento numa ou mais portas, essa(s) porta(s) retrocederá(ão) ligeiramente para retirada do obstáculo, tornando a fechar automaticamente.

Caso o obstáculo não seja removido todas as portas do lado comandado serão abertas, e o condutor poderá comandar de novo o fechamento, nesse caso os dispositivos de detecção de presença ficarão inibidos.

Segundo Modo:

Os comandos de abertura e fechamento deverão ser acionados unicamente pelo condutor do veículo.

No caso de detecção de obstáculos durante o fechamento numa ou mais portas, essa(s) porta(s) retrocederá(ão) ligeiramente para retirada do obstáculo, tornando a fechar automaticamente.

Caso o obstáculo não seja removido, todas as portas do lado comandado serão abertas e o condutor poderá comandar de novo o fechamento. Nesse caso, os dispositivos de detecção de presença ficarão inibidos.

Botão nas Portas de Acesso aos Portadores de Necessidades Especiais (PNE):

As portas para acesso dos passageiros portadores de necessidades especiais deverão ser equipadas com o dispositivo de abertura instalado em altura adequada para o usuário em cadeira de roda.

17.1.3. Dispositivo de alarme e Evacuação

O material rodante deverá ser munido de um dispositivo de alarme e de evacuação de fácil acesso para os passageiros.

O sistema de interfone entre passageiros / piloto deverá ser ativado, seja voluntariamente por tecla de comando individual específica, seja pelo dispositivo de evacuação.

O dispositivo aciona um alarme para o piloto (sinal sonoro e luminoso dentro da cabine de condução) e coloca em comunicação pelo interfone o piloto e a pessoa que acionou o sistema de alarme.

Este dispositivo deverá permitir o destravamento mecânico de cada porta em caso de necessidade, e condições específicas.

O reset do dispositivo será comandado pelo piloto.

17.1.4. Função de Homem Morto

Um sistema de vigilância do tipo homem morto deverá ser implementado no manipulador de comando.

17.1.5. Dispositivo de Alerta Sonoro e Luminoso

O piloto comandará dois sinais de alerta sonoros:

- Uma campainha elétrica para ser usada na rede urbana;
- Um potente alerta sonoro.

O volume será ajustável manualmente e/ou automaticamente para o dia / noite.

Um dispositivo de alerta ótico também deverá ser previsto.

17.1.6. Função de Sinalização e Iluminação Externas

Para uso em modo urbano o veículo deverá ser equipado com:

- Farol alto e baixo, de tipo rodoviário, instalados na parte frontal (do lado da cabine que estiver em serviço);
- Lanternas de sinalização.

O acionamento das lanternas que serão a LED, deverá ser feito automaticamente pelo sentido do movimento e pela formação em unidade múltipla (para inibir os sinais intermediários) e no caso das operações de socorro.

Mesmo em caso de falta da alimentação na catenária, as lanternas do veículo deverão permanecer acesas por no mínimo 2 horas (medida de segurança no caso de incidente em túnel e durante a noite à superfície).

17.1.7. Dispositivo de Monitoramento dos Passageiros no Exterior do Veículo

Câmeras permitirão a monitoração a partir do console de operação da movimentação dos passageiros nas plataformas.

Sentado, o piloto poderá ver todas as portas do lado da plataforma em que estiver encostado o veículo.

17.1.8. Dispositivo de Monitoramento dos Passageiros no Interior do Veículo

Um sistema de vídeo monitoramento deverá ser instalado de forma a permitir a visualização e a filmagem dos compartimentos para passageiros. O sistema deverá permitir a transferência das imagens gravadas via dispositivo de cartão de memória do tipo USB e WiFi. A gravação deverá ser contínua, durante a operação, com capacidade para o armazenamento das imagens por um período mínimo de sete dias. O sistema deverá ter uma resolução tal que permita o reconhecimento de rostos. Todo o compartimento para passageiros deverá ser coberto.

Na cabine do piloto será instalada uma câmera que supervisionará inclusive o seu campo de visão.

17.1.9. Função de Combate ao Incêndio

A cabine será equipada com extintores para combate a incêndios de classe A, B, ou C.

17.1.10. Função de Iluminação de Emergência

No caso de falta da alimentação externa do veículo haverá apenas a iluminação de emergência, que será alimentada diretamente pela fonte de energia autônoma do veículo, e deverá funcionar por pelo menos uma hora.

O circuito de alimentação da iluminação de emergência deverá ser totalmente independente do circuito de alimentação da iluminação normal.

Um nível de iluminamento de no mínimo 60 lux deverá ser assegurado.

17.1.11. Função de Comunicação

Em caso de falta tensão de 750 V CC, o sistema de comunicação com o CCO, alimentado diretamente pela fonte de energia autônoma

do veículo, deverá estar totalmente operacional por pelo menos 2 horas.

17.2. Segurança Passiva

A segurança passiva será garantida pelas funções e equipamentos seguintes:

- A resistência às forças verticais sem deformação permanente;
- A resistência à compressão e colisão;
- As evacuações de emergência;
- A não agressividade dos arranjos externos;
- O limpa-trilhos;
- A não agressividade dos arranjos internos;
- A resistência ao vandalismo;
- A resistência ao incêndio;
- As agressões e os acontecimentos excepcionais;
- O registro dos acontecimentos durante o trajeto;
- As disposições específicas do console de operação.

Os revestimentos internos e externos deverão resistir aos produtos de limpeza sem mudar de cor nem de aspecto superficial.

17.2.1. A Resistência às forças Verticais sem Deformação Permanente

As caixas dos carros deverão ser dimensionadas para suportar todos os esforços verticais, horizontais, de torção e combinados, provocados pela carga, efeito dinâmico e do perfil da via, acrescido do coeficiente de segurança previsto em norma aplicável.

17.2.2. A Resistência à Compressão e Colisão

O veículo respeitará a regulamentação aplicável em matéria de resistência às colisões.

17.2.3. Evacuações de Emergência

As portas de acesso constituem as únicas saídas para evacuação de emergência.

17.2.4. A não Agressividade das Paredes Externas

As paredes externas e as extremidades do veículo, suscetíveis de entrar em contato com um pedestre ao ocorrer um acidente, não deverão apresentar formas agressivas.

Não deverá haver possibilidade de uma pessoa se segurar a um suporte ou se fixar no exterior, nas faces laterais e frontais, ou entre as partes da caixa do veículo.

17.2.5. O Limpa-Trilhos

As extremidades do veículo deverão ser projetadas para evitar o esmagamento de os objetos ou corpos sobre os trilhos.

Esta função deverá será assegurada pelo design da extremidade ou por um dispositivo do tipo limpa-trilhos. Neste último caso, seu uso acionará a frenagem de emergência.

17.2.6. Não Agressividade dos Equipamentos Internos

Leva em conta a segurança dos passageiros e deverá focar principalmente sobre:

- Natureza dos materiais (revestimento, vidros antivandalismo, etc.);
- Resistência mecânica dos arranjos (assentos, suportes, etc.) quando submetidos a tensões provocadas pelo passageiro durante a desaceleração do veículo ou ações de vandalismo;
- As formas dos arranjos (sem ângulos pontiagudos, riscos de prender um membro, etc.);
- A disposição e a forma dos suportes;

- As qualidades antiderrapantes do revestimento de piso em presença de água;
- Contraste das cores;
- Iluminação interna adequada;
- Iluminação adequada das zonas de acesso (portas).

17.2.7. Resistência ao Vandalismo

Os arranjos e materiais (internos e externos) são projetados para dissuadir e proteger dos atos de vandalismo.

As ferramentas de bordo e acessórios deverão ser instaladas fora dos compartimentos de passageiros. Em caso de impossibilidade, deverão ficar acessíveis após a abertura de painéis fechados.

17.2.8. Resistência ao Incêndio

Em seu conjunto, as regras do design, de funcionamento, os materiais e os equipamentos elétricos são projetados em conformidade com os objetivos da regulamentação ligada á propagação de chama e emissão de fumaça aplicável aos veículos ferroviários em zona de túnel.

17.2.9. Visibilidade

O design do veículo assegurará visibilidade ótima de todos os compartimentos para passageiros.

17.2.10. Registro de Eventos Durante o Trajeto

Os diferentes parâmetros e características (cerca de vinte) do movimento do veículo em operação como: o número da composição, a distância, a velocidade, a aplicação do Freio de Urgência e do Freio de Serviço, o sentido do movimento, a data e hora exata, etc., deverão ser permanentemente registrados num EDR-Gravador de Dados de Evento com memória estática; a leitura e apagamento dos dados deverá ser feita in loco através de computador e por pessoal autorizado.

A capacidade de armazenamento deve permitir o registro contínuo dos parâmetros definidos durante pelo menos 72 horas.

O pessoal de manutenção deverá ter acesso a esse dispositivo de gravação de dados a partir da cabine ou do compartimento de passageiros.

Devem ser registrados, dentre outras, as condições ou acontecimentos seguintes:

- A cabine ativa;
- O veículo na estação, ou não;
- A velocidade do veículo (razão de 0,5 km/h);
- A posição do manipulador de tração (tração, neutro, frenagem);
- A distância percorrida (razão de 0,5 m);
- O modo de tração (marcha para frente/para trás);
- O comando manual dos patins magnéticos;
- O modo de frenagem;
- O estado do anel de segurança;
- As ações do piloto no que diz respeito à segurança (isolamento, ruptura de lacre, campainha, buzina…);
- As ações dos passageiros no que diz respeito à segurança (evacuação, alarme, interfone...);
- O lado de seleção de abertura das portas;
- Nível de tensão da catenária;
- Nível da corrente do sistema de propulsão.

Parâmetros adicionais de operação em si, material rodante ou proveniente do SAE poderão ser gravados para facilitar a análise. Para isso, o dispositivo deverá prever no mínimo 5 canais adicionais.

É preciso prever 20% de entradas de reserva para os registros lógicos.

17.2.11. Cabine de condução

A cabine de condução deverá ser separada da caixa de passageiros por uma divisória envidraçada equipada com uma porta, ela também envidraçada.

Em posição fechada, a porta não deve poder ser aberta sem chave pelo lado de fora, não estando, contudo trancada do lado de dentro.

A cabine de condução será considerada como posto de trabalho, e deverá ser projetada como tal.

Seu design deve respeitar os seguintes requisitos:

- Ergonomia e conforto para o piloto e o acompanhante;
- Visibilidade;
- Interfaces com os passageiros;
- Interfaces com a operação;
- Evacuação rápida do piloto em caso de emergência;
- Estética e individualização da cabine.

17.2.12. Disposições Específicas à Cabine de Condução

O design da cabine deve ser estudado para assegurar uma boa proteção ao piloto e não deve induzir a:

- Risco físico ou elétrico,
- Degradação dos componentes outros que os que são submetidos a choque.

Para isso,

- Um fusível mecânico que permita absorver os choques deverá ser instalado entre o piloto e a parte dianteira do veículo. A ligação deste fusível com a estrutura do veículo deverá ser tal que em caso de choque a propagação da deformação na estrutura da caixa seja limitada;
- O design da cabine deverá excluir ângulos vivos e arestas cortantes até mesmo em caso de rasgo ou deformação;
- O vidro dianteiro deverá oferecer alta resistência às tensões mecânicas, estáticas e dinâmicas;
- Haverá uma parte que se possa abrir (do tipo bandeira) no lado inferior das janelas de vidro laterais (com travamento e destravamento pela cabine de condução), sendo dedicada atenção especial à estanqueidade desses painéis de vidro que abrem;
- A evacuação deverá ser rápida e sem obstáculos;

- Para levantar-se do assento, o piloto não terá que acionar nenhum comando para retirar o assento ou o console de comando, devendo apenas realizar ações do tipo "Reflexo";
- O vidro dianteiro deverá ser apoiado sobre uma estrutura resistente.

17.2.13. Ergonomia e Conforto

O fornecedor do material rodante deverá seguir todas as normas de ergonomia aplicáveis na definição de um posto de trabalho, especialmente as especificidades referentes a um posto de comando.

A faixa de altura dos pilotos deve estar entre 1,95 m e 1,52 m. Tal faixa definirá as restrições dimensionais da cabine, do console, do vidro dianteiro, da colocação do assento, etc.

O objetivo é de se acomodar o piloto numa posição ótima, sentado, para que possa realizar, durante o dia de trabalho, todas as tarefas de condução de um veículo ferroviário.

A cabine permitirá, com a porta fechada, receber um agente de acompanhamento ou de formação sentado sobre assento dobrável confortável (à direita do assento do piloto em relação ao sentido do movimento de circulação), que deverá poder facilmente ter acesso ao comando de frenagem de emergência e ao sistema de comunicação com o CCO. Um suporte de fixação manual deverá ser posto à sua disposição.

Para melhorar o conforto do piloto, a cabine de condução deverá ser refrigerada, sendo provida de um comando e regulagem progressiva independente.

As sinalizações, alarmes e alertas deverão aparecer numa tela de visualização, o que permitirá o acompanhamento de anomalias por parte da manutenção.

As comunicações entre cabines de dois veículos acoplados serão por meio de interfone.

As conversações entre veículos e o CCO se darão através de um sistema de transmissão por rádio. O equipamento deverá ser instalado no console, mas deverá permitir estabelecer uma comunicação sem o uso das mãos.

A cabine de condução incluirá entre outros:

- Dois monitores que assegurarão a visualização das imagens do CFTV de bordo;
- Uma tela de visualização para supervisionar as condições técnicas da composição;
- O SAO, o SIU.

As telas deverão permanecer legíveis quaisquer que sejam as condições de iluminação por luz solar ou de iluminação em geral

17.2.14. O assento

O assento do piloto deverá ser regulável na altura, com inclinação, na base / profundidade de assento, na inclinação do encosto e nos apoios lombar e cervical, e deverá ter um apoio de cabeça.

O assento deverá ser equipado com suportes rebatíveis para os braços, regulável quanto à inclinação e com largura a ser definida em função da posição de condução e da posição dos principais equipamentos de comando, e mais especificamente do manipulador.

O assento deverá estar em conformidade com as recomendações ergonômicas para a acomodação confortável de um piloto de menor ou maior altura. As regulagens deverão ser feitas fácil, rápida e confiavelmente.

O assento deverá ser fácil de soltar para permitir a evacuação do piloto em caso de perigo.

17.2.15. Refrigeração / Aquecimento / Ventilação

A difusão do ar deverá ser a mais uniforme possível para que o piloto não seja submetido diretamente ao fluxo de ar. A velocidade das correntes de ar não deverá ultrapassar 1 m/s para o regime de ventilação nominal. O sistema de ventilação deverá assegurar ao menos 30 m^3/h de ar limpo. A ventilação deverá ter uma vazão de ar filtrado de aproximadamente 400 m^3/h em regime nominal, e aproximadamente 600 m^3/h em regime forçado.

Um sistema de aquecimento e de refrigeração regulável para o piloto deverá ser previsto para cada cabine. A temperatura média obrigatória na cabine deverá ser de 25 °C.

Esta temperatura obrigatória poderá ser regulada pelo pessoal de manutenção.

A temperatura obrigatória no interior da cabine poderá ser modificada por um comando à disposição do piloto dentro de uma faixa de – 4 / +4°C, dentro dos limites dos resultados do sistema.

A orientação do fluxo de ar deverá ser otimizada para respeitar os requisitos de conforto do piloto (gradiente de temperatura e velocidade do ar) e para assegurar a função de desembaçar as janelas laterais.

17.2.16. Arranjos diversos

Arranjos diversos deverão ser previstos para facilitar a organização da cabine:

Armário para objetos pessoais, que poderá ser fechado, para a guarda dos objetos do piloto:

- Armário para guardar documentos formato A4;
- Gancho para roupa;
- Suporte para prancheta;
- Suporte para barra para acionar manualmente a agulha (fornecida pelo MR).

17.2.17. Iluminação Interna

O nível de iluminação no interior da cabine deverá ser de no mínimo 300 Lux à altura do console de comando.

17.2.18. Visibilidade

Para assegurar sua missão de conduzir dentro das melhores condições de segurança, o piloto terá a maior visibilidade possível. A Concessionária deverá observar as normas pertinentes.

17.2.19. Vidro Dianteiro e Janelas Laterais da Cabine

O conjunto vidro dianteiro e janelas laterais deverá permitir uma visão de 180° em horizontal. Os ângulos mortos entre o vidro dianteiro e as janelas laterais deverão ser os menores possíveis.

O vidro do para-brisas deverá ser do tipo laminado de segurança.

A instalação dos para-brisas deverá ser projetada de forma a permitir sua colocação pela parte externa do carro e de forma tal que não permita sua queda para o interior da cabine quando forçado neste sentido.

Um desembaçador integrado no para-brisa se janelas laterais da cabine deverá permitir desembaçar o vidro ao mesmo tempo em que preservará o cone de visão do piloto.

Os reflexos no vidro dianteiro dos instrumentos e visores luminosos, assim como da iluminação da cabine, não deverão comprometer a visibilidade do piloto.

Um limpador de para-brisas de multivelocidade deverá assegurar a manutenção das condições de visibilidade.

17.2.20. Equipamentos Complementares

Equipamentos complementares deverão ser instalados para garantir a visibilidade de modo a:

- Evitar o ofuscamento pelos raios de sol na parte dianteira ou nas laterais da cabine de condução, em qualquer estação e a qualquer hora do dia. O sistema de proteção frontal deverá ser regulável pelo piloto (na subida e descida). Nas janelas laterais uma película protetora deverá ser colocada cuja forma e cor deverão ser definidas no projeto.
- Assegurar a visibilidade do piloto, mesmo sob chuva. O limpador deverá enxugar uma larga superfície, salvaguardando o cone de visão do piloto. Se for possível, deverá ficar invisível em posição de repouso e não deverá ser danificado pelo sistema de lavagem automática do veículo. Os comandos dos limpadores de para-brisas deverão ter pelo menos 3 velocidades de limpeza e ao menos duas velocidades intermitentes
- Limpar o vidro dianteiro das sujeiras pulverizando um líquido de limpeza. O dispositivo de fechamento do depósito de líquido deverá permanecer invisível, mas ser de fácil acesso pelo exterior do veículo. Um indicador de baixo nível deverá ser previsto. O comando deverá ser associado aos comandos de para-brisas.

17.2.21. Organização dos Comandos e dos Controles para uso do Piloto

Os comandos e controles colocados à disposição do piloto deverão ser estudados sob um foco de respeito à ergonomia.

Para isso, a organização do console de operação deverá ser da seguinte maneira:

- Uma zona primária deverá concentrar as informações e os comandos de 1ª importância ligados à condução veículo, à operação e ao serviço das portas. O piloto deverá permanecer sentado e encostado em seu assento. A zona de conforto corresponderá à zona que ele poderá alcançar sem fazer grandes movimentos com os braços, nem desencostar do assento.
- Uma zona secundária deverá concentrar os comandos e informações de 2ª importância, utilizados esporadicamente na condução, e acionados pelo agente em posição sentada. O piloto deverá permanecer sentado e encostado a seu assento. A zona de alcance máximo corresponderá à zona que ele puder alcançar fazendo grandes movimentos com os braços sem desencostar do assento.
- Uma zona terciária deverá concentrar os comandos e informações de 3ª importância não utilizados na condução cotidiana. O piloto deverá permanecer sentado, mas terá que desencostar do assento para alcançar a aparelhagem.

A função auxílio à condução do sistema de controle deverá permitir ao piloto dispor de um sistema de exibição em tela touchscreen com visores luminosos localizados em zona primária no centro, que lhe mostrará:

- As condições do veículo: portas, freio, tensão de alimentação, limpa-trilhos… (apresentação sinóptica);
- Qualquer falha que possa perturbar a operação;
- Em função da posição do taquímetro, a exibição da velocidade do veículo deverá aparecer (em destaque) na tela do console de comando;
- Qualquer falha dos sistemas de informação dos passageiros embarcados;
- Os procedimentos a serem seguidos para recuperar esse tipo de falha de acordo com o procedimento de operação;
- As funções ou principais equipamentos isolados;

- A exibição real do sistema indicador frontal;
- As informações a transmitir ao CCO em chamada de emergência;
- Os alarmes de pedido de socorro.

O sistema deverá também armazenar informações, inclusive após o recolhimento do veículo ferroviário, para permitir consulta posterior pelo agente de serviço de plataforma e facilitar os diagnósticos.

O piloto deverá dispor na cabine de um odômetro e de um contador de horas que mostrarão os valores acumulados.

17.2.22. O Manipulador de Comando

A ergonomia do manipulador de comando deverá requerer especial atenção.

O cabo será projetado sobre a base de um eixo inclinado em 45° e cuja forma deverá proporcionar conforto ao segurar.

O movimento do manipulador deverá ser de natureza linear ou o mais próximo disso.

Em complemento da função de homem morto, outros comandos poderão ser integrados no cabo do manipulador como: campainha, areeiro, etc.

17.2.23. Os Alertas Sonoros e Luminosos

O agente poderá comandar, a partir da zona primária de seu posto de condução, uma campainha e uma buzina de alta potência (90dB à 10m).

Um dispositivo de alerta ótico deverá também ser previsto.

17.2.24. A Sinalização e Iluminação Externas

O veículo deverá comportar em cada extremidade equipamentos de sinalização e iluminação externas. Os equipamentos serão colocados em número suficiente para fazer notar o veículo em seu deslocamento.

Fora os faróis, todas as lanternas e sinais luminosos deverão ser de LED;

A ativação das lanternas e sinais luminosos deverá ser feita automaticamente e em sincronia com o sentido do movimento.

17.2.25. A Segurança do Piloto

Um dispositivo deverá permitir ao piloto entrar discretamente em contato por rádio com o CCO para avisar de qualquer agressão.

O dispositivo, acionável por um interruptor, deverá permitir ao piloto lançar um pedido de socorro que estabelece automaticamente uma ligação por rádio com o CCO e uma escuta discreta da cabine de condução.

Uma sinalização no console de comando informará discretamente ao piloto que a ligação por rádio foi estabelecida.

17.2.26. Proteção Contra Incêndio

O piloto deverá dispor na cabine de meios de intervir em qualquer princípio de incêndio dentro do veículo, qualquer que seja sua origem.

A capacidade e tipo dos extintores deverão observar as características do veículo, de acordo com a regulamentação em vigor.

17.2.27. Interface Física com os Passageiros

O piloto deverá ficar fisicamente isolado dos passageiros por uma divisória de vidro equipada com uma porta.

Esta porta deverá ser fácil de manejar para permitir uma evacuação instantânea, e o travamento eficaz quer a cabine esteja ocupada ou não, deverá proteger também o piloto de eventuais reflexos devidos a fontes luminosas provenientes do salão de passageiros e resistir aos esforços e choques que poderão ser exercidos pelos passageiros.

18. PERFORMANCES

A velocidade máxima do veículo deverá ser de 70 km/h. A velocidade máxima de operação será de 60 km/h.

18.1. Sistemas Antideslizamento e Antipatinagem

Os sistemas antideslizamento e antipatinagem deverão otimizar o desempenho dos veículos em qualquer condição de tração ou frenagem, exceto em frenagem de segurança, garantindo:

- A não ocorrência de patinagem ou bloqueio das rodas;
- Que o acréscimo da distância de frenagem em qualquer condição degradada da via, comparada com a distância obtida com os trilhos secos e limpos, não deverá ser superior a 50% na frenagem de serviço e 35% na frenagem de emergência.

O sistema antideslizamento deverá manter sua eficiência mesmo nas condições de rodas usadas.

Todos os truques motorizados deverão ser equipados com dispositivos areeiros para aumentar a aderência das rodas nos trilhos, minimizando o risco de deslizamento ou derrapagem.

Os areeiros deverão ser acionados, pela cabine no sentido de condução, nas condições de deslizamento em tração e frenagem, das seguintes formas:

- Manualmente, pelo condutor;
- Automaticamente, na condição de tração;
- Automaticamente, em todos os rodeiros, no caso de frenagem de emergência ou segurança;
- Automaticamente, no rodeiro em deslizamento, na condição de freio de serviço.

18.2. Consumo Energético

O consumo de energia deverá ser o menor possível.

Os veículos deverão viabilizar a regeneração de energia.

18.3. Resultado de Tração

Os resultados mínimos na tração deverão corresponder com uma taxa de ocupação de 6pass/m², sobre um percurso plano, retilínea, sobre via limpa e seca:

- Velocidade máxima: 70 km/h;
- Velocidades intermediárias: todas deverão ser acessíveis de forma estável;
- Acelerações médias mínimas;
  - 0,9 m/s² de 0 a 40 km/h;
  - 0,6 m/s² de 40 a 70 km/h;
- Jerk máximo em tração: 1,2 m/s³.

No cálculo da aceleração média a partir do veículo parado ($\gamma_{moyen} = \frac{V}{t}$) t é o tempo desde a ordem de tração (movimento do manipulador), veículo parado, até a velocidade V. O tempo morto antes da partida do veículo (V>0) deverá ser no máximo 0.5 s.

18.4. Resultados de Frenagem

- Frenagem de Serviço (FS) - Garante desaceleração de serviço. É assegurado em condições normais pela frenagem elétrica sozinha e pode ser conjugado em baixa velocidade com o freio mecânico para parar o veículo de uma forma precisa e segura.

O nível máximo de frenagem de serviço será assegurado pela aplicação conjunta do freio elétrico e o freio mecânico.

- Tempo de resposta deve ser menor ou igual a 0,8 s;
- Desaceleração deve ser maior ou igual a 1,2 m/s², velocidade de frenagem inicial de 70 km/h com carregamento de 6pass/m², com os trilhos secos, em linha reta e em nível;
- Jerk deve ser menor ou igual a 1,2 m/s³.

- Frenagem de emergência (FE) – Será garantida pelos freios mecânicos, freios elétricos e os freios ferroviários eletromagnéticos. No caso de sua utilização, ficam comprometidas as condições de conforto dos passageiros.

- Tempo de resposta deve ser menor ou igual a 0,7 s;
    - Desaceleração deve ser maior ou igual a 2,8 m/s², velocidade de frenagem inicial de 70 km/h, com carregamento de 6pass/m², com os trilhos secos, em linha reta e em nível;
    - Jerk deve ser o menor possível, observando-se os limites da Norma pertinente.

Mesmo no caso de frenagens consecutivas deverá ser capaz de garantir o mesmo desempenho.

- Frenagem de Segurança (FSeg) – Será garantida pelos freios mecânicos e freios ferroviários eletromagnéticos.
    - Tempo de resposta deve ser menor do que ou igual a 0,7 s;
    - Desaceleração nominal deve ser maior do que ou igual a 1,6 m/s²com velocidade de frenagem inicial de 70 km/h, carregamento de 6 pass/m², com os trilhos secos, em linha reta e em nível;
    - Desaceleração garantida deve ser maior ou igual a 1,0 m/s ²com velocidade de frenagem inicial de 70 km/h, carregamento de 6 pass/m², com os trilhos secos, em linha reta e em nível;
    - Jerk deve ser o menor possível e observar as normas pertinentes.
- Feio de Retenção (FR) – Será assegurado pelo freio mecânico e será controlado automaticamente através do freio de serviço. Garantirá a imobilização do veículo com taxa de ocupação de 8pass/m², quando parar num declive de 7% por pelo menos uma hora, com vento desfavorável de 60 km/h e com todos os freios ativos.
- Freio de Estacionamento (FE) - será do tipo mecânico e garantirá a imobilização do veículo vazio, com vento desfavorável de 60 km/h, por tempo indeterminado com todos os freios de estacionamento ativos em rampa de até 7%.

18.5. Conforto

18.5.1. Conforto Térmico

A temperatura no salão de passageiros, medida a 0,8m do piso, deverá ser mantida a 25°C mais ou menos 1°C, até uma temperatura externa de 32°C, com taxa de renovação de 8 m³/h/passageiro. A partir daí a temperatura interna será de 7° C menor que a externa. Será possível desligar os grupos de ventilação e resfriamento quando a composição estiver em oficina.

O projeto do veículo e do sistema de refrigeração do ar será orientado para uma otimização do consumo de energia, assegurando, contudo um bom nível de conforto para os passageiros. Disto decorre que as características de isolamento térmico dos veículos serão de alta eficiência.

Para um veículo deixado no exterior, em qualquer hora do dia, desligado, o tempo de refrigeração (veículo vazio) para alcançar o valor desejado deverá ser ≤ 45 minutos.

O fluido de refrigeração respeitará a regulamentação ambiental em vigor.

18.5.2. Conforto Visual

O arranjo das superfícies envidraçadas deverá permitir que todas os passageiros, estejam de pé ou sentados, tenham uma boa visão do exterior e mais especialmente das informações no ponto de parada a que se destinam.

Quando o nível de iluminação natural já não for suficiente para assegurar uma luminosidade correta na parte interna do veículo, a iluminação artificial deverá ser acionada automaticamente ou pelo piloto.

Este acréscimo de luz deverá assegurar um nível de iluminação de no mínimo 300lux a uma distância de 0,8 m do nível do piso. O fator de uniformidade de iluminação deverá ser superior a 0,6.

Durante a passagem ou parada dentro de túnel, a iluminação artificial deverá acender e apagar automaticamente.

18.5.3. Conforto Acústico

Os ruídos para ambientes externos devem estar em conformidade com o zoneamento, com a Legislação do município de Goiânia e obedecer às normas NBR 10151 e NBR 10152.

.Os níveis de ruído emitidos pelo veículo completo, internamente no salão de passageiros, parado ou em velocidade máxima, bem como

o método de medição, devem atender as condições descritas nas normas NBR 13067 e NBR 13068 ou “ISO3095 Acoustics – Measurementofnoiseemittednoiserailboundvehicles e ISO3381 Acoustics – Measurementofnoiseinsiderailboundvehicles”.

O veículo deverá ser especialmente silencioso. É, portanto importante limitar os ruídos na fonte por qualquer meio apropriado.

Deverão ser implementadas soluções técnicas para reduzir os ruídos de rolamento apesar das curvas de raio reduzido presentes na via.

Atenção especial deverá ser dada nos resultados acústicos de equipamentos como: sistemas de tratamento de ar, climatização ou equipamentos eletrônicos de potência.

18.5.4. Vibrações

Disposições deverão ser tomadas para limitar a transmissão aos passageiros e aos pilotos das vibrações geradas pelo funcionamento dos equipamentos embarcados.

As frequências próprias das vibrações devem se afastar ao máximo possível daquelas prejudiciais à saúde e definidas pela Norma ISO 2631.

18.5.5. Solavancos

O valor máximo das sacudidas em serviço normal, no sentido transversal e no sentido vertical no piso por um período de 1 s e por intervalo de 0,1 s é $< 0,8 m/s^3$.

18.5.6. Olfato e Toque

Para evitar odores desagradáveis no interior do veículo, um nível mínimo de ventilação será sempre mantido, qualquer que seja o regime de arrefecimento.

Os materiais não deverão reter sujeira nem poeira nem odores, ser fáceis de limpar (anti-graffiti entre outros) e apresentar boa resistência às técnicas e produtos de limpeza.

Os revestimentos internos deverão ser agradáveis ao toque tanto sob o aspecto tátil e como térmico. Os arranjos deverão apresentar nenhuma peça saliente, nenhuma aresta viva nem rugosidades.

Em conformidade com a lei, a parte interna das cabines deverá ser um espaço para não fumantes. Uma sinalização eficaz deverá lembrar da proibição.

18.6. Situações Degradadas

Mesmo em situação DEGRADADA, o veículo deverá assegurar sua missão, aceitando eventualmente uma limitação de sua velocidade máxima, apesar da colocação fora de funcionamento de uma parte de seus equipamentos.

Com uma unidade de tração fora de serviço - FS a composição deve ser capaz de partir em rampa com inclinação de 7%, em carga máxima (CCM), e vencê-la.